VISIT…

КРАТКИЙ ФОТОГРАФИЧЕСКИЙ СПРАВОЧНИК

Госкиноиздат

На память

Ивану Брагину от

дедушки Куленко Ивана

Пусть эта книга

помогает ему совер-

шенствовать ~~ему~~ про-

фессию фотографа.

Куленко

18.08.2006 г.

КРАТКИЙ ФОТОГРАФИЧЕСКИЙ СПРАВОЧНИК

Под общей редакцией
доктора технических наук
В. В. Пуськова

7650

ГОСКИНОИЗДАТ

Москва 1952

ПРЕДИСЛОВИЕ

Фотография в нашей стране нашла широкое применение почти во всех областях науки, техники и культуры. Особенное распространение получила любительская фотография.

Удовлетворяя нужды миллионов фотолюбителей, отечественная оптико-механическая промышленность освоила серийное производство большого количества типов совершенной фотографической аппаратуры.

В помощь фотолюбителям издательства ежегодно большими тиражами выпускают книги по фотографической теории и практике. Как правило, эта литература посвящена определенным вопросам (фотографической рецептуре, обработке фотоматериалов и т. п.) или представляет собой отдельные руководства по черно-белой или цветной фотографии.

Отсутствие пособий по целому ряду разделов фотографической практики, а также различная направленность выпускаемых книг вызвали необходимость создать краткий фотографический справочник, в котором были бы собраны необходимые сведения по черно-белой и цветной фотографии, а также фотографии на стекле, металле и других материалах.

Чтобы расширить круг знаний фотолюбителей в области теории фотографии, в справочник включен материал, не связанный непосредственно с практикой фотографии, однако помогающий лучше понять устройство и принцип действия фотографического аппарата, более квалифицированно проводить процессы съемки и обработки фотоматериалов.

Так, в разделе I наряду с практическими указаниями рассмотрены вопросы природы и свойств света, фотометрические величины, даны основные сведения из геометрической оптики.

В разделе II достаточно полно, насколько это позволял характер справочника, изложены характеристики фотографического объектива (фокусное расстояние, светосила и т. п., способы определения их практическим путем).

В раздел III включены вопросы строения светочувствительного слоя, природа светочувствительности и скрытого изображения, свойства фотоматериалов, сущность процессов их обработки. В этом же разделе кратко изложены принципы сенситометрических испытаний фотографических материалов.

В настоящее время в СССР определение сенситометрических величин производится по системе ГОСТ. Вместе с тем ввиду боль-

ного количества находящихся в пользовании негативных и позитивных фотоматериалов с сенситометрическими характеристиками, выраженных в системах Х и Д и ДИН, в справочнике кратко охарактеризованы и эти системы.

Для практического перевода величин из одной системы в другую дана специальная таблица.

Наряду с практическими сведениями о цветной съемке изложены также некоторые теоретические положения, на которых основана цветная фотография (характеристика цвета, трехцветная теория зрения, методы цветной фотографии, характеристики многослойных материалов и т. п.).

Долголетний и упорный труд ученых и инженеров различных специальностей привел к разработке процесса цветной фотографии на многослойных материалах. Принципиальное сходство этого процесса с процессом обычной черно-белой фотографии сделало его доступным широкому кругу фотолюбителей. В связи с этим все, относящееся к съемке на многослойных материалах и их обработке, выделено в самостоятельный подраздел.

Остальные способы цветной фотографии, основанные на аддитивном и субтрактивном методах и имеющие более или менее ограниченное применение, изложены кратко с целью лишь общего ознакомления с ними читателя.

Чтобы избежать повторений при описании устройства фотоаппарата и отдельных его частей, а также другого аналогичного по характеру материала, в тексте даны ссылки на соответствующие страницы.

Технические характеристики фотообъективов в численном выражении приведены лишь для небольшой группы объективов, наиболее распространенных в практике фотографических работ. Оптические данные более редко применяемых отечественных, а также иностранных фотообъективов сведены в таблицы.

В справочнике приведено большинство типов фотоаппаратов, выпущенных советской оптико-механической промышленностью. Некоторые из них в настоящее время не производятся, однако наличие большого количества их в эксплуатации обусловило необходимость описания устройства и особенностей и этой фотографической аппаратуры.

Изложение технико-фотографических данных советских фотоаппаратов ограничено указанием на наименование их основных элементов. Для более подробного ознакомления с устройством и принципом действия основных частей и механизмов фотоаппаратов следует отыскать соответствующие страницы в подразделах «Фотографический объектив» и «Механизмы и узлы фотоаппаратов».

В справочнике в отличие от других пособий по фотографии подробно изложены устройство и работа затворов фотографических камер.

Однако разбирать затвор, особенно малоформатных камер, с целью устранения неисправностей или регулировки скоростей затвора можно рекомендовать лишь тем фотолюбителям, которые детально изучили механизмы их действия и располагают необходимым инструментом.

То же относится и к юстировке фотоаппаратов, разборке объективов и оправ с целью их чистки.

Качество фотографического снимка наряду с другими факторами зависит от правильно взятой при съемке выдержки. Пользование экспонометром позволяет фотолюбителю избежать грубых ошибок, но не всегда с точностью гарантирует правильную выдержку при различных условиях съемки.

Экспонометр не дает также возможности определить выдержку при фотографировании движущихся объектов.

Подраздел «Выдержка и ее определение» знакомит фотолюбителя с понятием правильной выдержки, факторами, влияющими на ее продолжительность; дает способы определения выдержки при съемке неподвижных и движущихся объектов.

Малоформатные камеры «Зоркий» и «Киев» выпускаются со сменной оптикой, поэтому в справочнике охарактеризовано назначение, способы смены и практика применения сменных объективов.

Краткая фотографическая характеристика основных проявителей и фиксажей дана для того, чтобы фотолюбитель мог наиболее целесообразно применить их в своей практической работе.

Негативы, полученные при съемке малоформатными камерами «Зоркий», «Киев» или складными пленочными камерами типа «Москва», требуют увеличения. Посредством увеличения с негативов камер «Зоркий» и «Киев» можно получить с достаточной резкостью отпечатки формата 24×30 *см* и даже больше. В процессе увеличения снимков можно также исправлять некоторые недостатки негатива (неравномерная плотность различных участков его, некоторое перспективное искажение) и производить кадрирование. В связи с этим справочник содержит материал, знакомящий читателя с типами и устройством советских увеличителей и главным образом с практикой увеличения.

В подразделе «Отделка фотоотпечатков» приведены способы тонирования, лакирования, ретуши фотоотпечатков, а также исправлений ряда их дефектов (пожелтение, бледность тонов и др.).

Учитывая большое значение практического материала по черно-белой фотографии, соответствующие разделы справочника снабжены таблицами, это облегчит фотолюбителю быстрое отыскание необходимых сведений.

Раздел цветной фотографии дает довольно полные сведения об аппаратуре для цветной печати, подборе и применении корректирующих светофильтров, расчете выдержки при печати.

Обработка цветофотографических материалов сложнее, чем черно-белых. Качество цветного фотографического снимка в значительной степени зависит от того, насколько правильно проводится этот процесс. Поэтому, помимо общих сведений, касающихся получения цветных негативов и позитивов, в справочнике подробно охарактеризованы условия и методы обработки отдельно для негативных и позитивных пленок, пленок с обращением, фотобумаг. Приведены также ускоренные и упрощенные способы проведения процесса цветной печати и устранения некоторых дефектов цветных изображений.

Весь материал изложен с учетом работы фотолюбителя как над небольшим количеством снимков, так и при массовой цветной печати.

Относительно малое еще распространение среди фотолюбителей съемок на металлах, стекле, фарфоре и других материалах обуслов-

вило включение в справочник главным образом практических указаний к получению снимков на этих материалах и рецептуры обрабатывающих растворов.

В конце справочника помещен алфавитно-предметный указатель.

В справочник не включены некоторые разделы фотографии как специального назначения (рентгенофотография и др.), так и общего, но имеющие пока ограниченное применение (например, стереофотография и др.).

В составлении справочника принял участие коллектив авторов: Д. З. Бунимович, М. Д. Маковер, Е. П. Смирных и М. В. Стрельцов.

Настоящее издание является первым опытом после долголетнего перерыва создать справочник, который мог бы удовлетворить требованиям начинающих и подготовленных фотолюбителей. Поэтому Издательство просит читателей присылать отзывы на книгу со своими критическими замечаниями и пожеланиями, которые оно учтет при подготовке следующего издания. Адрес Издательства: Москва, Орликов пер., 3.

РАЗДЕЛ I

ФОТОГРАФИЧЕСКАЯ ОПТИКА

СВЕТ И ЕГО СВОЙСТВА, ФОТОМЕТРИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

Природа света

Свет представляет собой лучистую энергию, которая распространяется в пространстве во все стороны от источника света со скоростью около 300 000 *км/сек*.

Природа света и характер его распространения до XIX века объяснялись, исходя из двух теорий. Первая рассматривала свет как поток мельчайших частиц корпускул, которые испускаются источником света и летят прямолинейно во все стороны (корпускулярная теория), а другая утверждала, что свет является видом волнового движения, возбуждение которого возникает при испускании света источником (волновая теория).

Несмотря на кажущуюся противоречивость этих двух теорий согласно современным теоретическим представлениям свет обладает одновременно как корпускулярными, так и волновыми свойствами, и поэтому для объяснения одних явлений приходится пользоваться понятием о свете как о волнах (диффракция, интерференция, поляризация), а других явлений — понятием о свете, как о потоке частиц (прямолинейность распределения света, законы испускания и поглощения света).

Полное объяснение волновых свойств света дала электромагнитная теория, созданная в середине XIX века Максвеллом, согласно которой свет представляет собой электромагнитные волны, имеющие одновременно переменные электрическое и магнитное поля, равные по силе и взаимно перпендикулярные по направлению. Электрическое и магнитное поля неразрывно связаны друг с другом и распространяются в пространстве.

На рис. 1 дано схематическое изображение распространения световых волн.

Они имеют не кольцевую, а шарообразную форму распространения. Центром шарообразных, или, как их принято называть, сферических световых волн, является источник света.

Расстояние λ между двумя соседними вершинами или впадинами называется длиной волны.

Время одного полного колебания называется периодом колебаний, а число колебаний в одну секунду — частотой колебаний.

Световые волны бывают различные как по длине, так и частоте колебаний.

При переходе из одной среды в другую скорость света изменяется. Так, в заполненной каким-либо прозрачным веществом среде скорость света меньше, чем в пустоте.

Колебания электромагнитных волн исключительно разнообраз-

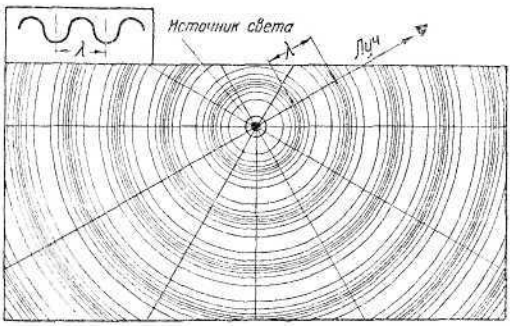


Рис. 1. Схематическое изображение распространения световых волн

ны: длина волн изменяется от величин, меньших стомиллионной доли миллиметра, до величин, равных сотням и тысячам метров.

На рис. 2 приведена шкала длины различных видов электромагнитных волн. Из этой шкалы видно, что на долю видимых лу-

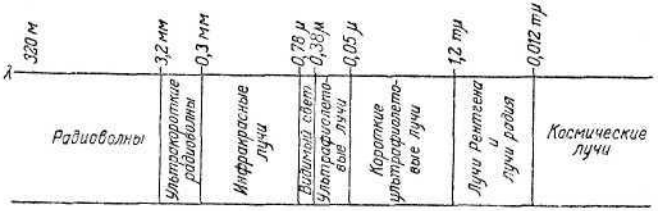


Рис. 2. Шкала электромагнитных волн

чей, воспринимаемых нашим глазом как свет, приходится небольшая часть электромагнитных волн, имеющих длину от 0,78 μ (микрона) до 0,38 μ (1 микрон = 1/1000 *мм*). Из всей излучаемой солнцем энергии видимая часть составляет всего около 40%.

Свойства света

Отражение света

Если предмет, не обладающий самосвечением, одинаково виден под различными углами, то это значит, что он отражает падающие на него лучи во все стороны. Освещенный солнечными лучами лист белой бумаги или стена комнаты видимы под различными уг-

лами. Объясняется это тем, что тела, имеющие матовую, шероховатую поверхность, обладают свойством диффузного (рассеивающего) отражения света (*рис. 3*).

Наоборот, освещенная солнцем плоская стеклянная или другая

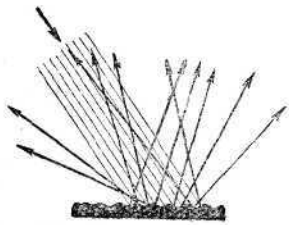


Рис. 3. Диффузное отражение света

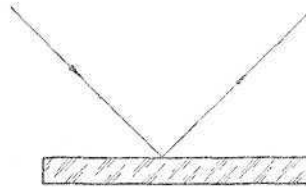


Рис. 4. Отражение света от стеклянной пластинки

отполированная пластинка (рис. 4) обладает свойством направленного отражения, т. е. отражает падающие на нее лучи в строго определенном направлении, обусловленном законами отражения света.

Если луч света направить под каким-либо углом на поверхность зеркала, то этот луч в точке встречи с зеркалом, отразившись от него, изменит свое направление.

Луч, направленный на зеркало (рис. 5), называется **падающим лучом**, а точка *O*, в которой луч встречается с поверхностью зеркала, — **точкой падения**. Перпендикуляр, восставленный к поверхности зеркала в точке падения луча, называется **нормалью падения**.

Отразившийся от поверхности зеркала луч называется **отраженным лучом**.

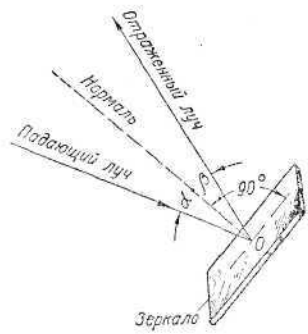


Рис. 5. Отражение луча света от плоского зеркала

Угол, образованный падающим лучом и нормалью падения, называется **углом падения**; угол, заключенный между нормалью падения и отраженным лучом, — **углом отражения**.

Существуют три основных закона отражения:

1) **угол падения равен углу отражения**;

2) **луч отраженный находится в одной плоскости с лучом падающим и перпендикуляром, восставленным к зеркалу в точке падения**;

3) **при повороте отражающей поверхности на некоторый угол по отношению к направлению падающего луча отраженный луч поворачивается в том же направлении на угол, в два раза больший.**

Преломление света

Отклонение пучка света от первоначального направления при переходе из одной прозрачной среды в другую называется преломлением света.

Преломление света легко проследить на следующем опыте.

Стеклянный сосуд с плоскими стенками частично заполняется водой. На задней белой стенке его наносится окружность (рис. 6). Воды наливается столько, чтобы поверхность ее находилась на уровне центра окружности. Линия LM — перпендикуляр к поверхности воды.

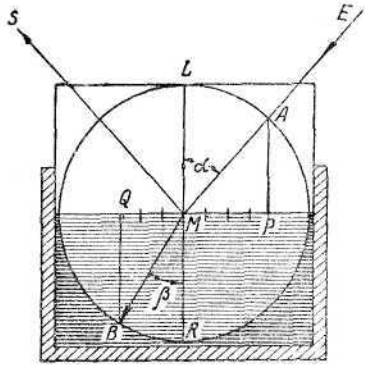


Рис. 6. Отражение и преломление луча света у поверхности воды

Если узкий пучок лучей E направить под углом к поверхности воды таким образом, чтобы он попал на эту поверхность в центре M окружности, то пучок разделится на две части: первая часть отразится в направлении MS, а вторая проникнет в воду. Однако вторая часть лучей распространяется не в прежнем направлении: пучок отклонится от первоначального направления, приблизившись к перпендикуляру LR. Если изменять направление падающего пучка лучей, то вместе с ним изменится и направление лучей, проникших в воду.

Луч, падающий на преломляющую поверхность, будет *падающим лучом*; угол, образуемый падающим лучом и перпендикуляром, восставленным к преломляющей поверхности в точке падения,— *углом падения*. Отклоненный от своего первоначального направления луч называется *преломленным*; угол, образуемый преломленным лучом и перпендикуляром, восставленным к преломляющей поверхности в точке падения,— *углом преломления*.

Между углом преломления и углом падения существует определенная зависимость.

На рис. 6 AM — падающий луч, а MB — преломленный. Если опустить из точки A в месте пересечения луча E окружностью перпендикуляр AP на поверхность раздела и из B — точки пересечения преломленного луча с окружностью — перпендикуляр BQ, то найдем, что отношение MP: MQ остается неизменным при любом значении угла падения, т. е.

$$\frac{MP}{MQ} = n = \text{const.}$$

Это отношение называется *показателем преломления*. Угол преломления изменяется в зависимости от преломляющих свойств среды. Так, показатель преломления воздуха почти равен единице (1,0003), а показатель преломления воды равен 1,33. Оп-

тическое стекло имеет показатель преломления от 1,5 до 1,9; алмаз — до 2,47.

Закон преломления света формулируется следующим образом. При переходе лучей света из воздуха в другую прозрачную среду они отклоняются от своего первоначального направления тем больше, чем больше угол их падения. Падающий и преломленный лучи лежат в одной плоскости с перпендикуляром, восставленным к поверхности раздела в точке падения.

Полное внутреннее отражение света

Если от источника света, помещенного в воде (рис. 7), падает под разными углами на поверхность раздела *АБ* ряд лучей (*1*, *2*, *3*, *4* и *5*), то луч *1*, падающий перпендикулярно к поверхности, при переходе из воды в воздух не будет преломляться, остальные лучи преломятся.

При увеличении угла падения будет увеличиваться и угол преломления (лучи *2* и *3*). Когда угол преломления достигнет 90°, луч не выйдет из воды, а будет проходить вдоль ее поверхности

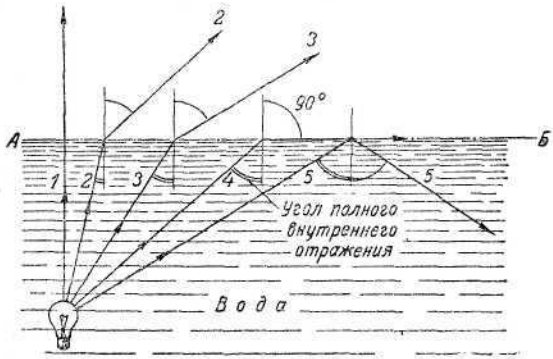


Рис. 7. Преломление света при переходе лучей из одной среды в другую

(луч *4*). При дальнейшем увеличении угла падения свет совсем не будет выходить из воды, полностью отражаясь от поверхности раздела согласно закону отражения (луч *5*).

Угол падения луча, при котором преломленный луч образует с перпендикуляром к поверхности угол 90°, называется предельным углом полного внутреннего отражения, а явление, при котором преломленный луч составляет с перпендикуляром, восставленным к поверхности в точке падения, угол 90° и более, носит название полного внутреннего отражения.

Дисперсия света *

Обычный луч белого света представляет собой смешение лучей с различной длиной волны. Вследствие этого при преломлении он может быть разложен на ряд лучей различных цветов. Степень отклонения каждого из этих лучей от первоначального направления в преломляющей среде будет зависеть от скорости света в данной среде и, следовательно, от показателя преломления, зависящего в свою очередь от длины волны.

Разложение белого света каким-либо прозрачным веществом на составляющие его лучи и называется дисперсией света.

Отклонение луча будет тем больше, чем меньше длина волны. При преломлении света из воздуха в стекло наибольшего отклонения достигают фиолетовые лучи и наименьшего—красные лучи.

Между указанными крайними цветами располагается ряд цветов с множеством оттенков, постепенно переходящих из одного цвета в другой. Количество этих переходов не поддается исчислению.

Из всей гаммы цветов принято различать семь основных, или главных, цветов: красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий и фиолетовый. Вся цветная полоса носит название спектра **.

Таблица 1

Длина волн видимого участка спектра и соответствующие им цвета

Длина волн (в микронах)	Цвета	Длина волн (в микронах)	Цвета
0,78—0,62	Красный	0,51—0,48	Голубой
0,62—0,585	Оранжевый	0,48—0,45	Синий
0,585—0,575	Желтый	0,45—0,38	Фиолетовый
0,55—0,51	Зеленый		

Фотометрические величины

Интенсивность зрительного впечатления зависит как от общего количества световой энергии, попадающей в глаз в единицу времени, так и от длины волны. Так, например, при одинаковом количестве энергии, попадающей в глаз, желто-зеленый цвет кажется наиболее ярким, а красный и фиолетовый — значительно слабее и, наконец, при дальнейшем увеличении или уменьшении длины волны свет перестает быть видимым.

На рис. 8 приведен график с кривой, показывающей степень воздействия на глаз световых волн различной длины при равных количествах излучаемой энергии. На графике по горизонтали отложена длина волн и указаны соответствующие им цвета, а по вертикали — относительная видимость для каждой длины волны. Из графика видно, что наиболее интенсивное воздей-

* Dispergere (лат.) — рассеивать.

** Spectrum (лат.) — призрак.

ствие на глаз оказывает свет, имеющий длину волны $\lambda = 0{,}555\mu$. Эта величина принята за единицу.

Измерение лучистой энергии видимых световых лучей и составляет предмет фотометрии. Основными фотометрическими величинами, имеющими постоянное применение в фотографии, являются: а) сила света, б) *световой поток*, в) *яркость*, г) *освещенность*.

Сила света

За единицу измерения силы света принята м е ж д у н а р о д н а я с в е ч а (*св*). Это — условная величина, равная силе света электрической лампочки специального устройства, горящей в строго определенных условиях.

Световой поток

Зная сферический характер распространения света, можно сказать, что полный световой поток, излучаемый равномерным точечным источником с силой I свечей, будет равен: $F = 4\pi r^2 I$.

Если взять сферу с радиусом $r = 1$ *м*, то телесный угол, вершина которого находится в центре сферы, будет измеряться площадью поверхности, которую он вырезает из всей поверхности сферы. Полная поверхность сферы равна $4\pi r^2$; для сферы с радиусом $r = 1$ полная поверхность сферы равна 4π; этой же величине равен полный телесный угол.

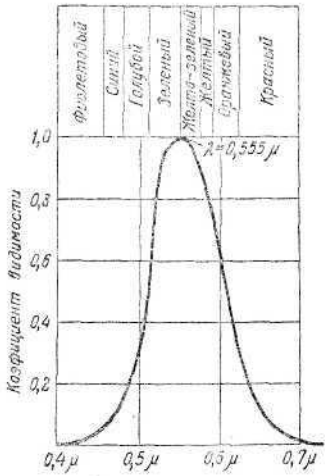


Рис. 8. Воздействие световых лучей различной длины волны на глаз

Единицу измерения телесного угла можно определить как угол, стягиваемый поверхностью сферы, равной квадрату ее радиуса. Эта единица носит название с т е р а д и а н а. Телесный угол в 1 стерадиан вырезает из сферы с радиусом 1 *м* поверхность в 1 $м^2$.

Естественно, что если удвоится поверхность, то удвоится и угол, а уменьшение радиуса наполовину приведет к четырехкратному увеличению телесного угла. Таким образом, можно дать и другое определение телесного угла:

$$\omega = \frac{S}{r^2},$$

где ω — телесный угол, S — площадь и r — радиус сферы.

За единицу измерения светового потока принимается световой поток, излучаемый внутри телесного угла, равного 1 стерадиану, источником света с силой в одну международную свечу.

Эта единица называется л ю м е н о м (*лм*). Таким образом,

$$F = I\omega.$$

Яркость

Светящиеся тела всегда имеют определенные размеры и геометрическую форму. Поэтому яркость света измеряется силой света с единицы поверхности источника:

$$B = \frac{I}{a},$$

где B — яркость света; I — сила света в свечах; a — площадь излучающей поверхности в квадратных сантиметрах.

Единицей измерения яркости служит стильб *(сб)*, равный 1 *св/см²*. Ввиду того, что стильб является очень большой единицей яркости, которую редко достигают несамосветящиеся источники, более широкое применение получил миллистильб *(мсб)* равный 1/1000 *сб*.

Освещенность

В отличие от яркости поверхности, являющейся мерой излучаемого ею света, освещенность есть мера света, получаемого поверхностью.

За единицу измерения освещенности принимают *лм/м²*. Эта единица называется люксом *(лк)*.

Таким образом, люкс это освещенность поверхности в 1 *м²*, которую создает источник, имеющий световой поток в 1 *лм*, или освещенность на поверхности сферы радиусом 1 *м*, создаваемую точечным источником света в 1 *св*.

Из второго определения вытекает, что если на экран, находящийся на расстоянии 1 *м* от источника света в 1 *св*, посылается световой поток, равный, таким образом, 1 *лм*, то экран получает 1 *лм* на 1 *м²*, т. е. его освещенность равна 1 *лк*. В связи с этим можно один люкс выразить как одну метр-свечу.

Освещенность можно выразить формулой:

$$E = \frac{F}{S} = \frac{I\omega}{S} = \frac{I}{r^2}.$$

Другая единица освещенности носит название фот *(фт)*. Она выражает освещенность поверхности в 1 *см²* при падении на нее светового потока в 1 *лм*, т. е. 1 *фт* = 1 *лм/см²*.

Так как 1 *см²* равен $^1/_{10000}$ *м²*, то 1 *фт* = 10 000 *лк*.

Это очень большая освещенность, и на практике употребляется обычно миллифот *(мфт)* ($^1/_{1000}$ *фт*), равный 10 *лк*.

Освещенность падает при увеличении расстояния от источника света до экрана и возрастает по мере его сокращения. Эта зависимость выражается следующим образом:

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2}.$$

Освещенность обратно пропорциональна квадрату расстояния от экрана до точечного источника света.

Таблица 2

Основные фотометрические величины и соотношения между ними

Величина	Определение	Единица измерения	Условное обозначение	Уравнение
Световой поток	Люмен	Люмен (*лм*)	F	$F=I\omega$
Сила света	Люмен в стерадиане	Международная свеча (*св*)	I	$I=\frac{F}{\omega}$
Яркость	Свеча с единицы поверхности или люмен в стерадиане с единицы поверхности	Стильб (*сб*)	B	$B=\frac{I}{a}$ $B=\frac{F}{a\omega}$
Освещенность	Люмен на единицу поверхности	$\frac{лм}{м^2}=$ люкс $(лк)$	E	$E=\frac{F}{S}=\frac{I}{r^2}=\frac{I}{d^2}$
		$\frac{лм}{см^2}=(фт)$	$Ф$	
Телесный угол	Угол, вырезающий из сферы $r=1$ поверхность с площадью в одну квадратную единицу	Стерадиан	ω	$\omega=\frac{S}{r^2}=\frac{S}{d^2}$
Площадь поверхности	Площадь излучающей поверхности	$см^2$	a	—
Площадь поверхности	Площадь получающей свет поверхности	$м^2$	S	—
Расстояние	Расстояние от источника до экрана	$м$	d	—

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ОПТИКИ

Плоские зеркала

Зеркало, представляющее собой плоскую отражающую поверхность, является простейшим оптическим прибором. На рис. 9 рассмотрен случай отражения пучка лучей от поверхности плоского зеркала AB. Луч SO падает на поверхность по нормали; его угол падения равен нулю. Этот луч отражается от зеркала по направлению OS.

Если построить равные углы падения и отражения для лучей

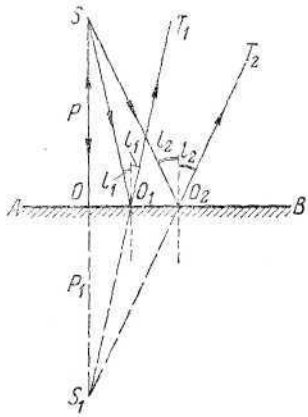


Рис. 9. Отражение пучка лучей от поверхности плоского зеркала

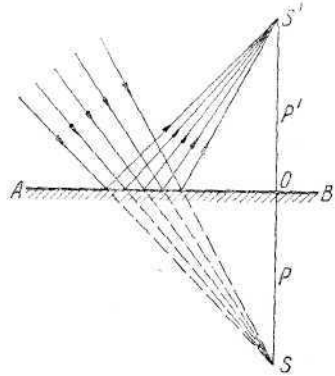


Рис. 10. Отражение сходящегося гомоцентрического пучка лучей от поверхности плоского зеркала

SO_1 и SO_2 и продолжить отраженные лучи O_1T_1 и O_2T_2 за зеркало до их пересечения, то простым рассуждением, вытекающим из геометрического построения, можно доказать, что продолжения всех отраженных лучей пересекаются в общей точке S_1, находящейся на расстоянии P_1 за зеркалом, причем $P_1=SO$. Точка S_1 пересечения продолжений всех остальных лучей является изображением точки S в зеркале.

Изображение — м н и м о е*, так как наблюдателю лучи представляются выходящими из точки S_1, в то время как на самом деле они в ней не пересекаются.

Если изменить направление лучей на обратное (рис. 10), пред-

* Точка изображения называется мнимой, если в действительности лучи не проходят через эту точку, а в ней лишь пересекаются геометрические продолжения лучей. Если же сходящиеся лучи пучка действительно пересекаются в их геометрическом центре, то точка изображения называется действительной.

ставив себе гомоцентрический * пучок лучей, сходящихся в общей точке S, который можно получить при помощи линзы, построение останется таким же.

Если на пути этого пучка лучей поместить плоское зеркало, то весь пучок отразится и соберется в точке S' впереди зеркала.

В данном случае S' действительная точка, а точка S, являющаяся предметом, — мнимая. Прямолинейный отрезок — стрелка CD (рис. 11), помещенная перед зеркалом, изобразится в виде прямолинейного отрезка $C'D'$ такой же длины. Если построить изображение концов отрезка C и D, то нетрудно доказать, что изображение любой промежуточной точки E должно лежать на прямой $C'D'$.

Таким же образом произвольная плоская фигура (рис. 12)

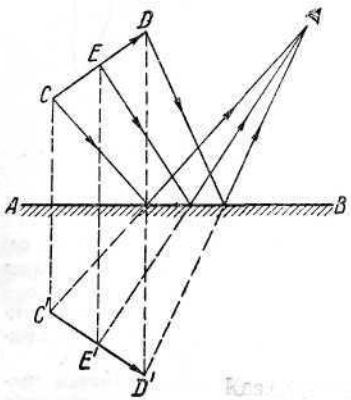


Рис. 11. Схема построения изображения в зеркале

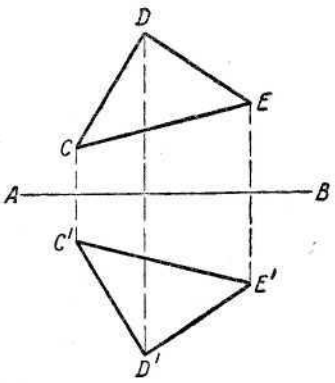


Рис. 12. Схема изображения в зеркале плоской фигуры

изобразится зеркалом в виде равной ей, при этом одно из направлений всегда изменено на противоположное.

Предметы и их изображения в зеркале, равные по своим размерам, не могут быть совмещены между собой путем перемещения или поворотов. Они представляют собой взаимно симметричные фигуры.

Недостатки отражения плоскими зеркалами устраняются при отражении от двух или другого четного количества зеркал, где измененное направление изображения первым зеркалом изменяется на первоначальное отражением от второго. Такое изображение называется конгруентным.

Принцип отражения от плоских зеркал применяется в целом ряде приборов (дальномеры, зеркальные камеры, зеркальные визиры и пр.).

---

* Пучок, лучи которого сходятся в общем центре, называется сходящимся гомоцентрическим пучком и, наоборот, пучок, лучи которого расходятся из одного общего центра — светящейся точки, называется расходящимся гомоцентрическим пучком.

Линзы

Характеристика линз

Линза представляет собой стеклянный диск, ограниченный двумя полированными шаровыми или плоской и шаровой поверхностями. В зависимости от форм различают собирательные (положительные) и рассеивающие (отрицательные) линзы (рис. 13.)

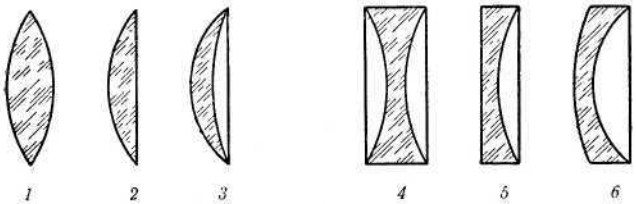


Рис. 13. Виды линз:

Собирательные: *1* — двояковыпуклая; *2* — плоско-выпуклая; *3* — вогнуто-выпуклая. Рассеивающие: *4* — двояковогнутая; *5* — плоско-вогнутая; *6* — выпукло-вогнутая

К группе собирательных линз относятся линзы, у которых середина толще их краев, а к группе рассеивающих — линзы, края которых толще середины.

Собирательные линзы делятся в свою очередь на двояковыпуклые, плоско-выпуклые и вогнуто-выпуклые, а рассеивающие линзы — на двояковогнутые, плоско-вогнутые и выпукло-вогнутые.

Отличительным свойством собирательной линзы является способность собирать падающие на ее поверхность лучи от какого-либо источника и концентрировать их в одной точке, расположенной по другую сторону линзы.

Основные элементы линзы: а) главная оптическая ось — прямая линия, проходящая через центры сферических поверхностей, ограничивающих линзу: б) оптический центр O — точка, которая у двояковыпуклой линзы находится на оптической оси внутри линзы (в ее центре).

Если на некотором расстоянии перед собирательной линзой поместить светящуюся точку S (рис. 14), то луч света, направленный по оси, пройдет через линзу не преломившись, а лучи, проходящие не через центр, будут преломляться в сторону оптической оси и пересекутся на ней в некоторой точке F, которая и будет изображением точки S. Эта точка носит название сопряженного фокуса или просто фокуса.

Если на линзу будет падать свет от очень удаленного источника, лучи которого можно представить идущими параллельным пучком, то по выходе из нее лучи преломятся под более крутым углом и точка F переместится на оптической оси ближе к линзе. При данных условиях точка пересечения лучей, вышедших из линзы, называется главным фокусом F', а расстояние от центра линзы до главного фокуса — главным фокусным расстоянием.

Лучи, падающие на рассеивающую линзу (рис. 15), по выходе из нее будут преломляться в сторону краев линзы, т. е. рассеиваться. Если рассеивающиеся лучи продолжить в обратном направлении так, как показано на рисунке (пунктирной линией), то они сойдутся в одной точке F, которая и будет фокусом этой линзы. Этот фокус будет мнимым.

Сказанное о фокусе на главной оптической оси в равной степени относится и к тем случаям, когда изображение точки нахо-

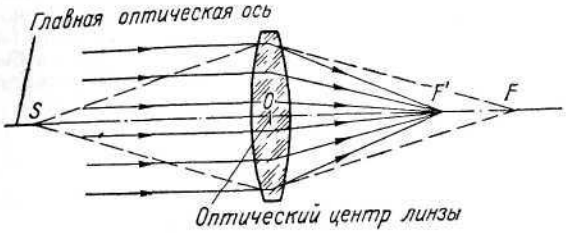


Рис. 14. Ход лучей через собирательную линзу

дится на побочной или наклонной оптической оси, т. е. линии, проходящей через центр линзы под углом к главной оптической оси. Плоскость, перпендикулярная главной оптической оси и рас-

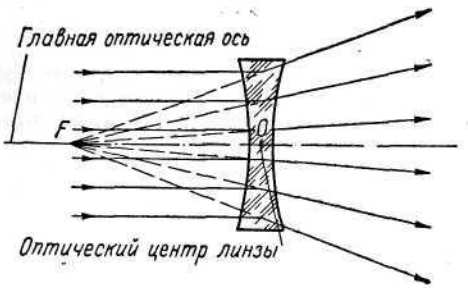


Рис. 15. Ход лучей через рассеивающую линзу

положенная в главном фокусе объектива, называется главной фокальной плоскостью, а в сопряженном фокусе — просто фокальной плоскостью.

Собирательные и рассеивающие линзы могут быть направлены к предмету любой стороной, вследствие чего лучи по прохождении через линзу могут собираться как с одной, так и с другой ее стороны. Таким образом, линза имеет два фокуса — передний и задний. Расположены они на оптической оси по обе стороны линзы.

Построение изображения собирательной линзой

При изложении характеристики линз был рассмотрен принцип построения изображения светящейся точки в фокусе линзы. Лучи, падающие на линзу слева, проходят через ее задний фокус, а падающие справа — через передний фокус. Следует учесть, что у рассеивающих линз, наоборот, задний фокус расположен спереди линзы, а передний позади.

Построение линзой изображения предметов, имеющих определенную форму и размеры, есть в сущности уже рассмотренный выше вариант с той лишь разницей, что при построении изображения предметов описанный ранее ход лучей повторяется бесчисленное множество раз, воспроизводя каждую точку предмета.

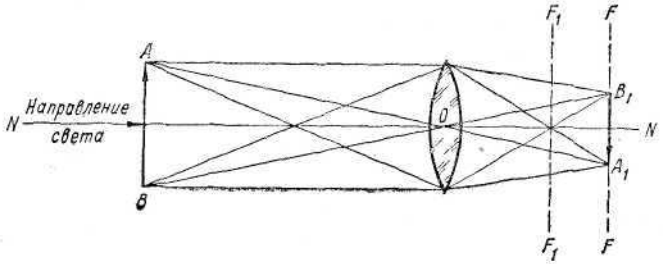


Рис. 16. Построение изображений собирательной линзой

Допустим, линия AB (рис. 16) представляет собой объект, находящийся на некотором расстоянии от линзы, значительно превышающем ее фокусное расстояние. От каждой точки предмета через линзу пройдет бесчисленное количество лучей, из которых для наглядности на рисунке схематически изображен ход только трех лучей.

Три луча, исходящие из точки A, пройдут через линзу и пересекутся в точке A_1; таким же образом лучи, исходящие из точки B, пересекутся в точке B_1.

Совершенно очевидно, что лучи, исходящие из любой точки объекта AB, пройдя через линзу, преломятся и пересекутся в соответствующих точках схода на A_1B_1, образуя изображение. Полученное изображение является действительным и перевернутым.

В данном случае изображение получено в сопряженном фокусе в некоторой фокальной плоскости FF, несколько удаленной от главной фокальной плоскости F_1F_1, проходящей параллельно ей через главный фокус.

На рис. 17 приведены различные случаи построения изображений предмета, помещенного на различных расстояниях от линзы.

1) Если предмет находится на бесконечно далеком расстоянии, то его изображение получается в заднем фокусе линзы F' (рис. 17,*а*) действительным, перевернутым и уменьшенным до подобия точки.

2) Если предмет приближен к линзе (рис. 17,*б*) и находится на расстоянии, превышающем двойное фокусное расстояние линзы,

то изображение его будет действительным, перевернутым и уменьшенным и расположится за главным фокусом на отрезке между ним и двойным фокусным расстоянием.

3) Если предмет помещен на двойном фокусном расстоянии от линзы (рис. 17,*в*), то полученное изображение находится по другую

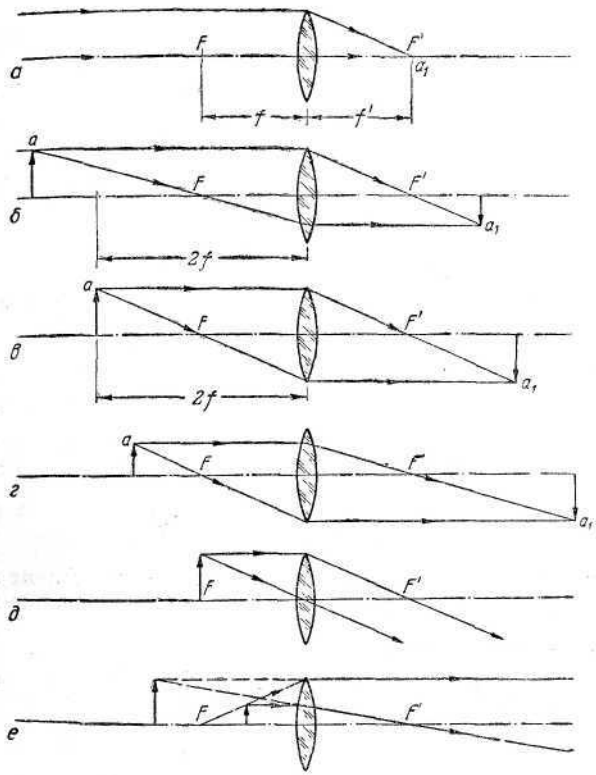


Рис. 17. Различные случаи построения изображения предмета

сторону линзы на двойном фокусном расстоянии от нее. Изображение получается действительным, перевернутым и равным по величине предмету.

4) Если предмет помещен между передним фокусом и двойным фокусным расстоянием (рис. 17, *г*), то изображение будет получено за двойным фокусным расстоянием и будет действительным, перевернутым и увеличенным.

5) Если предмет находится в плоскости переднего главного фокуса линзы (рис. 17,*д*), то лучи, пройдя через линзу, пойдут

параллельно, и изображение может получиться лишь в бесконечности.

6) Если предмет поместить на расстоянии, меньшем главного фокусного расстояния (рис. 17,*е*), то лучи выйдут из линзы расходящимся пучком, нигде не пересекаясь. Изображение при этом получается мнимое, прямое и увеличенное, т. е. в данном случае линза работает, как лупа.

Нетрудно заметить, что при приближении предмета из бесконечности к переднему фокусу линзы изображение удаляется от заднего фокуса и по достижении предметом плоскости переднего фокуса оказывается в бесконечности от него.

Эта закономерность имеет большое значение в практике различных видов фотографических работ, поэтому для определения зависимости между расстоянием от предмета до линзы и от линзы до плоскости изображения необходимо знать основную формулу линзы.

Формула линзы

При некоторых расстояниях предмета от линзы (так называемых конечных расстояниях) точки предмета и соответствующие им точки изображения носят название сопряженных фокусов (рис. 18).

Расстояния от точки предмета до центра линзы и от точки изображения до центра линзы называются сопряженными фокусными расстояниями.

Эти величины находятся в зависимости между собой и определяются формулой, называемой основной формулой линзы:

$$\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f},$$

где u — расстояние от линзы до предмета; v — расстояние от линзы до изображения; f — главное фокусное расстояние линзы.

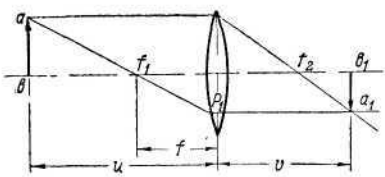


Рис. 18. Схема зависимости расстояний от линзы до предмета и от линзы до изображения

Для нахождения той или иной неизвестной величины при двух известных пользуются следующими уравнениями:

$$1)\ f = \frac{v \cdot u}{v + u};$$

$$2)\ u = \frac{f \cdot v}{v - f};$$

$$3)\ v = \frac{f \cdot u}{u - f}.$$

Масштаб изображения

Масштабом изображения называется отношение линейных размеров изображения к соответствующим линейным размерам предмета. Это отношение может быть косвенно выражено дробью $\frac{v}{u}$, где v — расстояние от линзы до изображения; u — расстояние от линзы до предмета.

Здесь u есть коэфициент уменьшения, т. е. число, показывающее, во сколько раз линейные размеры изображения меньше действительных линейных размеров предмета.

В практике вычислений гораздо удобней это отношение выражать в значениях u и f или v и f, где f — фокусное расстояние линзы.

$$R = \frac{f}{u-f}\ ;\quad R = \frac{v-f}{f}\ .$$

Пример. Определить масштаб изображения предмета, удаленного от фотоаппарата на 2,5 *м*. Фокусное расстояние объектива фотоаппарата равно 50 *мм*.

$$R = \frac{f}{u-f} = \frac{50}{2500-50} = \frac{1}{49}\ .$$

Недостатки простой линзы

В современной фотоаппаратуре к качеству изображения предъявляются высокие требования.

Изображение, даваемое простой линзой, в силу целого ряда недостатков не удовлетворяет этим требованиям. Устранение большинства недостатков достигается соответствующим подбором ряда линз в центрированную оптическую систему — объектив. Изображения, полученные при помощи простых линз, имеют различные недостатки.

Сферическая аберрация

Сущность явления заключается в том, что лучи света, идущие от светящейся точки через крайние участки линзы, преломляются сильнее, чем лучи, проходящие через ее середину.

Для наглядности возьмем три группы лучей, идущих через различные зоны поверхности линзы (рис. 19): *а* — лучи, проходящие через центральную часть; *в* — лучи, проходящие через линзу между центром и краем; *с* — лучи, проходящие через края линзы.

Крайние лучи *с*, как наиболее сильно преломляющиеся, пересекутся по выходе из линзы на оптической оси в точке *1*. Лучи *а*, проходящие через центральную часть линзы, будут иметь наименьшее преломление и пересекутся на оси значительно дальше от линзы, в точке *3*. Лучи *в* промежуточной зоны, пересекутся в какой-то средней точке *2*, находящейся между точками *1* и *3*.

В данном случае резкого изображения предмета получить невозможно, так как на резкое изображение точки, образованной лучами одной зоны, будут накладываться ореолом лучи, фокус которых лежит в другой плоскости.

Если для уменьшения сферической аберрации преградить путь лучам, идущим через края линзы (см. рис. 19), диафрагмой, то изображение получится резким, но при этом через линзу пройдет меньшее количество лучей света, отчего яркость изображения значительно понизится.

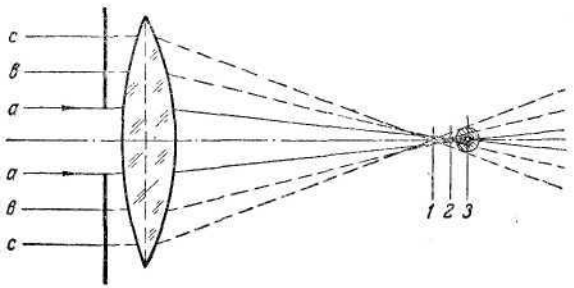


Рис. 19. Сферическая аберрация и уменьшение ее диафрагмированием

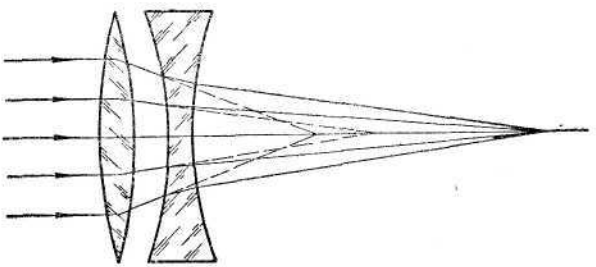


Рис. 20. Исправление сферической аберрации

В оптических системах сферическая аберрация устраняется путем соединения собирательной линзы с рассеивающей (рис. 20), обладающей отрицательной аберрацией, благодаря которой лучи, проходящие через края линзы, отклоняются в направлении фокуса центральных лучей и пересекаются в одной точке на оптической оси.

Кома

Кома представляет собой сферическую аберрацию лучей, идущих через объектив наклонно к главной оптической оси (рис. 21), в результате чего изображение на плоскости получается вытянутым в виде запятой.

Явление комы может быть уменьшено при помощи диафрагмирования.

Исправляется кома комбинированием собирательной и рассеивающей линз.

Астигматизм

Астигматизм представляет собой вид наиболее вредных и трудно устранимых аберраций. Астигматизм наблюдается при наклонно проходящих через линзу световых пучках. Заключается это явление в том, что линза собирает наклонные пучки света не в один

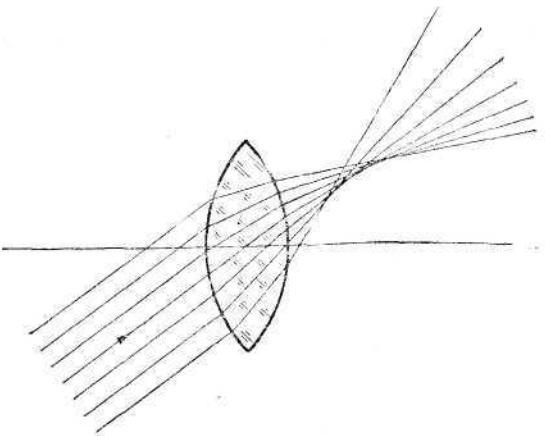


Рис. 21. Кома

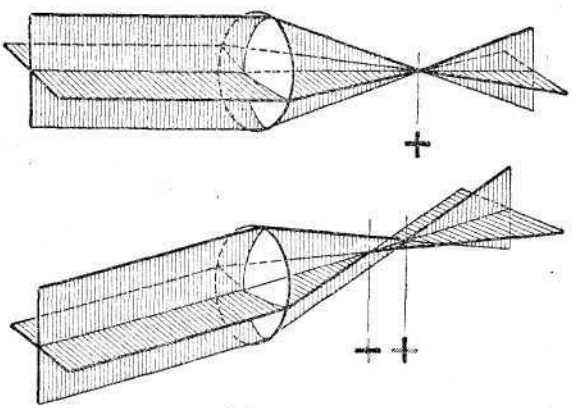


Рис. 22. Астигматизм

общий фокус, а в две отдельные плоскости (рис. 22), так что изображение перекрестия воспроизводится линзой в виде двух взаимно перпендикулярных линий, лежащих в разных фокальных плоскостях. Астигматизм устраняется соответствующим подбором линз и сортов стекла. Объективы, у которых астигматизм устранен, носят название а н а с т и г м а т о в.

Хроматическая аберрация

Ввиду того, что каждый участок линзы представляет собой как бы преломляющую призму, то естественно, что при прохождении через нее лучей происходит разложение белого смешанного света на его составные части. Так как фиолетовые лучи отклоняются наиболее сильно, красные обладают наименьшим преломлением и т. д., то различные лучи по выходе из линзы будут преломляться

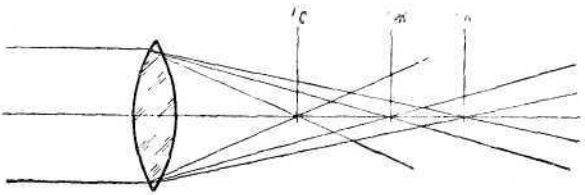


Рис. 23. Хроматическая аберрация

под различными углами и пересекаться в разных фокусах (рис. 23). Таким образом, резкого изображения белой светящейся точки получить невозможно. Изображение ее будет в виде целого ряда концентрических окружностей, окрашенных в разные цвета. Хроматическая аберрация может быть исправлена путем комбинирования собирательной и рассеивающей линз из стекол с различным коэфициентом преломления.

Кривизна поля изображения

Сущность явления состоит в том, что резкое изображение предмета получается не на плоскости, а на сфере (рис. 24), т. е. фокусы

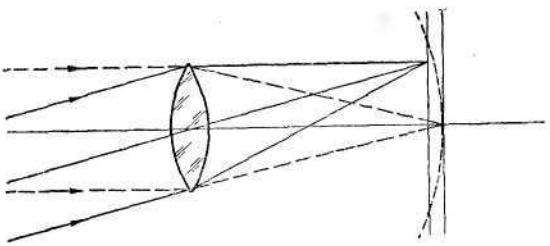


Рис. 24. Кривизна поля изображения

наклонных и осевых лучей располагаются в разных фокальных плоскостях. В результате на негативе резкой получается центральная часть изображения, а крайние участки нерезкими или, наоборот, резкими будут крайние участки, а нерезкой центральная часть изображения.

Дисторсия

Этот недостаток линзы заключается в том, что на изображении прямые линии предмета искривляются по мере удаления их от центра поля к краям.

Так, квадрат принимает на изображении бочкообразную или подушкообразную форму.

Характер искривления линий зависит от расположения диафрагмы (рис. 25). Если поместить диафрагму перед линзой, то получится бочкообразная дисторсия, а если диафрагму поместить за линзой, будет наблюдаться подушкообразная дисторсия.

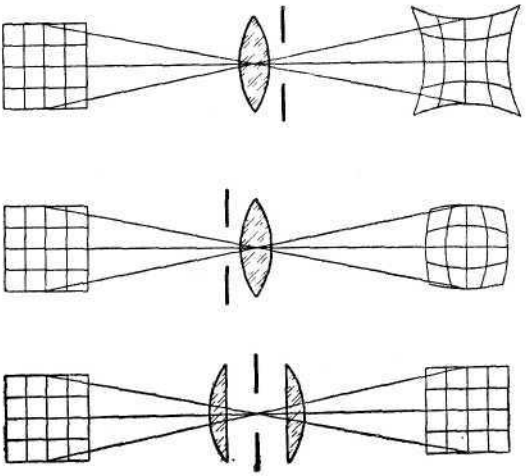


Рис. 25. Дисторсия

Дисторсия устраняется симметричным расположением двух линз, между которыми помещается диафрагма. Благодаря такому комбинированию линз и диафрагмы подушкообразное искривление линий, образуемое первой линзой, компенсируется противоположным характером искривлений, даваемых второй линзой, и изображение получается правильным.

ЛИТЕРАТУРА

1. С. И. Вавилов, Глаз и солнце, 4 изд. научно-популярной библиотеки АН СССР, 1941.

2. Г. С. Ландсберг, Общий курс физики, т. 3, Оптика, ОНТИ — ГТТИ, 1940.

РАЗДЕЛ II

ФОТОГРАФИЧЕСКИЙ АППАРАТ

ФОТОГРАФИЧЕСКИЙ ОБЪЕКТИВ

Характеристика фотографического объектива

Основные характеристики фотографического объектива, определяющие возможности его использования, следующие: 1) фокусное расстояние; 2) светосила; 3) угол зрения и поле изображения.

От фокусного расстояния и светосилы зависит глубина резкости объектива.

Фокусное расстояние

В разделе I было сказано, что фокусное расстояние линзы определяется расстоянием от ее центра до фокуса, однако это будет правильным для двояковыпуклой или двояковогнутой линз с симметричными поверхностями. В объективах оптический центр, или узловая точка, в большинстве случаев не лежит в центре объектива, он иногда может находиться на оптической оси вне объектива. Поэтому встречающийся в любительской практике способ определения фокусного расстояния объектива путем измерения расстояния от средней части объектива до плоскости наилучшей резкости изображения достаточно удаленного предмета не может быть применен.

Фокусные расстояния фотографических объективов указываются на их оправах путем гравировки (например, «$F = 50$ *мм*»).

Фокусное расстояние объектива имеет большое значение в практике фотографирования, так как от него зависит размер изображения. Так, при одинаковом расстоянии между предметом и объективом объектив с $F = 100$ *мм* даст изображение в два раза крупнее, чем объектив с $F = 50$ *мм*.

Применение объективов с различными фокусными расстояниями позволяет производить съемку с одной и той же точки в различных масштабах. Возможность применения объективов с разным фокусным расстоянием приобретает особое значение в тех случаях, когда условия съемки не дают возможности приблизиться на необходимое расстояние к снимаемому объекту или удалиться от него.

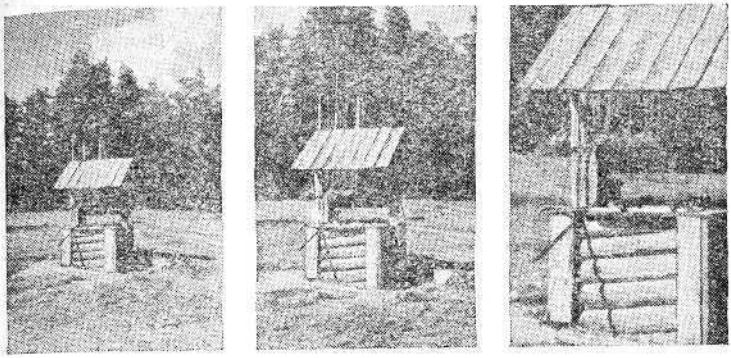
На рис. 26 приведен ряд фотоснимков, сделанных объективами с различными фокусными расстояниями, причем расстояние от аппарата до объекта съемки оставалось постоянным.

Для обычных условий съемки принято выбирать объектив, с фокусным расстоянием приблизительно равным диагонали пластинки.

Определение фокусного расстояния объектива можно произвести с достаточной точностью следующими способами.

1. Для камер, имеющих двойное растяжение меха.

На листе белой бумаги наносят две параллельные линии, расположенные одна от другой на некотором расстоянии (30—40 *мм*). Аппарат устанавливают так, чтобы оптическая ось объектива была перпендикулярна плоскости бумаги. Приближением или удалением аппарата от объекта, одновременно производя наводку на резкость по матовому стеклу, добиваются такого положения, при котором



а *б* *в*

Рис. 26. Снимки, сделанные с одинакового расстояния

а — широкоугольным объективом с $F=35$ *мм*; *б* — нормальным объективом с $F=50$ *мм*; *в* — телеобъективом с $F=105$ *мм*

размеры изображения в точности соответствовали бы размерам объекта. Полученное в таком положении расстояние между объектом и матовым стеклом делят на четыре. Полученное число с достаточной точностью показывает величину фокусного расстояния.

2. В камерах, не имеющих матового стекла и двойного растяжения меха, фокусное расстояние объектива можно определить по масштабу изображения и расстоянию до снимаемого объекта.

Выбрав крупный по размерам объект съемки, например фасад дома, длина которого может быть измерена, и установив фотоаппарат таким образом, чтобы оптическая ось объектива была перпендикулярна плоскости фасада здания, а расстояние от аппарата до объекта съемки позволяло получить резкое изображение объекта при установке объектива по шкале расстояний на бесконечность, производят съемку.

Зная размер объекта и измерив соответствующее ему изображение на негативе, подставляют полученные величины в уравнение:

$$\frac{A}{B} = \frac{D}{F},$$

где A — размер объекта; B — размер изображения; D — расстояние от объектива фотоаппарата до объекта съемки.

На основании имеющегося уравнения определяем величину фокусного расстояния:

$$F = \frac{BD}{A}.$$

Светосила

Светосилой объектива называется его способность воспроизводить на светочувствительном слое или матовом стекле изображение большей или меньшей яркости.

Светосила объектива зависит от величины действующего отверстия и фокусного расстояния. Под действующим отверстием объектива подразумевается не диаметр диафрагмы, а диаметр падающего на объектив и проходящего через диафрагму светового пучка, так как при установке диафрагмы между двумя компонентами объектива (что наиболее часто встречается), передний компонент, собирая падающие на него лучи, как конденсор, направляет их через диафрагму более узким пучком. Разница между действующим отверстием и диаметром диафрагмы, обусловливаемая конструкцией объектива, может достигать больших величин, поэтому при вычислениях светосилы эту разницу необходимо учитывать.

Диаметр действующего отверстия можно измерить следующим образом: навести на резкость по матовому стеклу изображение сильно удаленного предмета, снять матовое стекло и на его место установить картонную пластинку с небольшим отверстием в середине.

При установке источника света против отверстия в картоне часть лучей проникнет в камеру и попадет в объектив. По выходе из него образуется пучок параллельных лучей, диаметр которого будет соответствовать действующему отверстию. Он будет хорошо виден и может быть измерен на матовом стекле, установленном перпендикулярно оси выходящего пучка.

Яркость изображения будет зависеть от диаметра действующего отверстия. Так, при уменьшении действующего отверстия диафрагмированием объектива яркость изображения будет уменьшаться, причем при уменьшении действующего отверстия вдвое яркость изображения уменьшится в четыре раза. Эта численная зависимость яркости от диаметра действующего отверстия обусловлена тем, что при уменьшении диаметра отверстия в два раза площадь отверстия уменьшается в четыре раза (в квадрате); следовательно, на изображение упадет света меньше в четыре раза и яркость изображения понизится во столько же раз. Таким образом, яркость изображения прямо пропорциональна квадрату диаметра действующего отверстия объектива.

Если взять два объектива с одинаковыми действующими отверстиями и разными фокусными расстояниями, то более светосильным будет тот объектив, который имеет более короткое фокусное расстояние.

Поясним это на примере. Возьмем для сравнения два объектива с равными диаметрами действующих отверстий d, причем фокусное расстояние одного из них f_2 вдвое больше фокусного расстояния другого f_1 (рис. 27). Естественно, что объектив с вдвое большим фокусным расстоянием даст изображение $Д_2$ в два раза большее по линейным размерам, чем $Д_1$.

Отсюда

$$\frac{\text{диаметр } Д_1}{f_1} = \frac{\text{диаметр } Д_2}{f_2},$$

Ввиду того что площади кругов изображений $Д_1$ и $Д_2$ относятся друг к другу как квадраты их диаметров, можно составить равенство:

$$\frac{Д_1^2}{f_1^2} = \frac{Д_2^2}{f_2^2}.$$

Из равенства следует, что площади кругов изображений $Д_1$ и $Д_2$ пропорциональны соответствующим квадратам фокусных расстояний. Так как диаметры действующих отверстий объективов

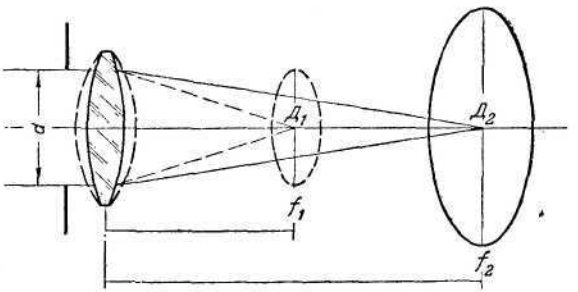


Рис. 27. Яркость оптического изображения

одинаковы, а площадь изображения $Д_2$ вчетверо больше площади $Д_1$, то яркость изображения $Д_2$ будет вчетверо меньше яркости изображения $Д_1$, т. е. яркость изображения обратно пропорциональна квадрату фокусного расстояния.

Меру яркости изображения определяют отношением квадрата диаметра действующего отверстия объектива к квадрату главного фокусного расстояния $\frac{d^2}{f^2}$, или $\left(\frac{d}{f}\right)^2$. Это отношение показывает светосилу объектива.

Указанное определение является правильным с точки зрения геометрического понятия; практически же так называемая эффективная, или физическая, светосила объектива гораздо ниже из-за потерь света на отражение, рассеяние и поглощение стеклом объектива (см. стр. 51—54).

Отношение диаметра действующего отверстия объектива к его фокусному расстоянию называется относительным отверстием.

Для большего удобства относительное отверстие объектива принято выражать в виде дроби с числителем, равным единице. В этом случае знаменатель дроби показывает, во сколько раз фокусное расстояние объектива больше диаметра его действующего отверстия, например: 1 : 3,5; 1 : 4; 1 : 5,6 и т. д.

На оправах фотографических объективов указывается наибольшее относительное отверстие объектива, характеризующее светосилу объектива.

Необходимо, однако, помнить, что это отношение не дает зна-

чения светосилы, так как яркость изображения измеряется квадратом относительного отверстия.

При сравнении светосилы двух объективов относительные отверстия их возводят в квадрат и делят большее число на меньшее.

Фотографические объективы снабжены диафрагмами, позволяющими уменьшать до нужных размеров действующее отверстие. Для облегчения пользования диафрагмой на ней наносится шкала относительных отверстий, соответствующих тому или иному уменьшению действующего отверстия.

За время существования фотографии было предложено множество систем обозначения диафрагм, в основу которых были положены различные критерии (относительные экспозиции, относительные светосилы, величины диаметра отверстия диафрагмы или входного отверстия объектива и др.). В настоящее время почти повсеместно применяется система обозначения диафрагм относительными отверстиями, т. е. отношением диаметра действующего отверстия объектива к его главному фокусному расстоянию. При этом в зависимости от того, какая экспозиция принята за единицу, ряд делений шкалы диафрагмы может быть различным. Так, на некоторых объективах применяется ряд делений, в основу расчета которых в качестве единицы экспозиции положена экспозиция, соответствующая относительному отверстию $1 : \sqrt{10} = 1 : 3{,}16$, или округленно 1 : 3,2. Все остальные относительные отверстия соответствуют нормальному ряду с коэфициентом $\sqrt{2}$. Шкала диафрагмы приобретает при этом следующий вид: 1 : 3,2; 1 : 4,5; 1 : 6,3; 1 : 9; 1 : 12,5 и т. д. Каждое последующее деление уменьшает светосилу объектива в 2 раза:

$$\left(\frac{1}{3{,}2}\right)^2 : \left(\frac{1}{4{,}5}\right)^2 = 2; \quad \left(\frac{1}{4{,}5}\right)^2 : \left(\frac{1}{6{,}3}\right)^2 = 2 \text{ и т. д.}$$

В настоящее время ГОСТ установлена система, в основе которой за единицу экспозиции принята экспозиция, соответствующая относительному отверстию 1 : 4.

В советских аппаратах применяются обе приведенные системы.

Ряд относительных отверстий построен по закону геометрической прогрессии со знаменателем $1:\sqrt{2}$ и с округленными значениями чисел в следующем порядке:

Относительное отверстие	1:0,7	1:1	1:1,4	1:2	1:2,8	1:4	1:5,6	1:8	1:11	1:16	1:22	1:32	1:45	1:64
Выдержка	$\frac{1}{32}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	1	2	4	8	16	32	64	128	256

В этом случае каждое последующее деление уменьшает светосилу объектива, так же как и ранее, в 2 раза.

Во избежании ошибок при определении выдержек следует помнить, что в связи с некоторыми особенностями расчета оптической системы объективов максимальные относительные отверстия у некоторых объективов не совпадают с нормальным рядом. Так, например, у нормальных объективов камеры «ФЭД» с F=50 *мм* и

относительным отверстием 1 : 3,5 первые два деления шкалы диафрагмы 3,5 и 4,5 дают изменение светосилы не в 2, а в 1,7 раза. Еще значительнее допущено отступление в объективе «Индустар-22» (основном объективе камеры «Зоркий»), у которого первые два деления шкалы диафрагмы (3,5 и 4) дают изменение светосилы всего в 1,3 раза. Допущено также отступление и в объективах «Индустар-23», которыми снабжены камеры «Москва» (1,2 и 3-я модели). Первые два деления шкалы диафрагмы у этих объективов (4,5 и 5,6) дают изменение светосилы в 1,5 раза.

Сказанное ранее о светосиле объективов правильно для условий нормальной съемки: от бесконечности до расстояний, равных 15—20 фокусным расстояниям объектива, так как при фотографировании более близко расположенных объектов объектив несколько удаляется от светочувствительного слоя и относительное отверстие, естественно, уменьшается. Поэтому при репродукционных работах, когда масштаб съемки равен 1 : 1, сопряженное фокусное расстояние будет равным $2f$, и яркость изображения в этом случае будет измеряться не обычной величиной $\left(\frac{d}{f}\right)^2$, а величиной $\left(\frac{d}{2f}\right)^2 = \frac{d^2}{4f^2}$.

В еще большей степени изменяется фокусное расстояние, а следовательно, и светосила объектива при репродуцировании с получением увеличенных масштабов изображения. Во всех этих случаях необходимо вносить корректировку на фокус, значение которого легко определить по формуле линзы.

Таблица 3

Поправка на величину выдержки при больших растяжениях меха камеры

Уменьшение оригинала (в... раз)	Растяжение меха камеры	Увеличение выдержки (в... раз)
1	$F \times 2$	4
2	$F \times 1{,}5$	2,25
4	$F \times 1{,}25$	1,5
8	$F \times 1{,}12$	1,25
16	$F \times 1{,}06$	1,12

Угол зрения и поле изображения

Если перед матовым стеклом фотоаппарата, размеры сторон которого значительно превышают величину фокусного расстояния испытуемого объектива, поместить объектив и сфокусировать изображение попавшего в поле зрения объектива объекта до наилучшей резкости в центре (рис. 28), то нетрудно заметить, что изображение на матовом стекле будет ограничено кругом с размытым нерезким краем. В центральной его части изображение будет наи-

более ярким и резким, и по мере удаления от центра к краю яркость и резкость изображения будут уменьшаться до полного исчезновения изображения.

Весь круг AB, границы которого определяют видимую часть изображения, называется полем зрения объектива. Если соединить узловую точку объектива двумя линиями с противоположными точками на окружности, то образуется некоторый угол α, называемый углом зрения объектива.

Средняя часть поля зрения, в пределах которой изображение имеет достаточную резкость и яркость, называется полем изображения.

Соединив линиями две противоположные точки поля изображения с узловой точкой объектива, получим угол β, называемый углом изображения.

Размеры поля изображения определяют предельно допустимый формат негативного материала. Очевидно, что максимальным форматом негативного материала будет прямоугольник, вписанный в пределы круга поля изображения.

В зависимости от конструкции объективы с одинаковыми фокусными расстояниями могут иметь различные углы изображения. По величине угла изображения различают следующие виды объективов:

1) длиннофокусные объективы (угол изображения 15—30°);
2) объективы с нормальным углом изображения (угол изображения 40—60°);
3) широкоугольные объективы (угол изображения более 70°).

На рис. 29 приведен график, при помощи которого легко произвести вычисление одной из трех величин: фокусного расстояния, угла поля изображения или формата пластинки по двум известным из них. Например, желая определить угол поля изображения объектива с фокусным расстоянием $F = 13{,}5$ *см* при формате пластинки 9×12 *см*, поступают следующим образом: на линии OF находят точку, соответствующую фокусному расстоянию $F = 13{,}5$ *см*, а на вертикальной шкале находят точку, соответствующую длине диагонали пластинки форматом 9×12 *см*, равной 15 *см* (длины диагоналей различных форматов указаны в таблице слева).

Линии, идущие из точки O, отсекают на вертикальной шкале отрезки, определяющие диаметры изображения на плоскости, и показывают соответствующие им углы изображения. По месту пересечения вертикальной и горизонтальной линий, соответствующих заданным величинам фокусного расстояния объектива и диагонали пластинки, находят искомый угол изображения. Для рассматриваемого случая он равен примерно 56°. Аналогичным образом находят и другие величины.

Глубина резкости

Глубиной резкости объектива называется расстояние, в пределах которого все предметы, разноудаленные от объектива, будут на изображении достаточно резкими.

Ранее уже говорилось, что каждой точке предмета соответствует только одна точка изображения, и такие две точки называются сопряженными; следовательно, изображения предметов, находя-

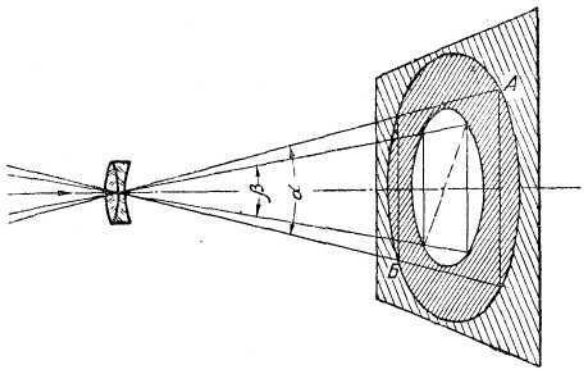


Рис. 28. Угол зрения и поле изображения объектива

Размеры пластинок	Длина диагонали
4×4	5,66
6×6	8,5
6×9	11
6,5×9	11,1
9×12	15
9×14	16,7
10×15	18
13×18	22,2
18×24	30
24×30	38,4
30×40	50

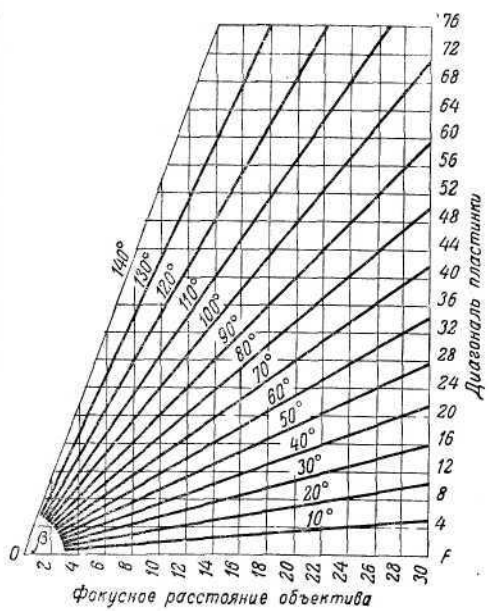


Рис. 29. График определения фокусного расстояния угла изображения и размера негативного материала

щихся на разных расстояниях от объектива, лежат в различных фокальных плоскостях. Поэтому при фотографировании многоплановых объектов резкость изображения разноудаленных от объектива предметов объекта различна (рис. 30).

Лучи от точки предмета A пройдут через объектив и, преломившись, пересекутся в плоскости A_1. Лучи от точек B и C, более близко расположенных к объективу, по выходе из него пересекутся соответственно в плоскостях B_1 и C_1. Очевидно, что при наводке на резкость на среднюю точку B лучи от точек A и C изобразятся

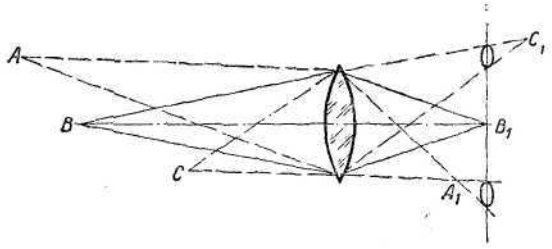


Рис. 30. Зависимость резкости изображения от расстояний между предметами и объективом

в плоскости B_1 в виде нерезких кружков соответствующих диаметров, называемых кружками рассеяния. Аналогичное явление произойдет и при наводке на резкость по точкам A и C. Таким образом, в данных условиях невозможно на одной плоскости получить одинаково резкими все точки предмета. Размеры кружков рассеяния при заданных плоскостях расположения точек объекта зависят от относительного отверстия объектива; чем больше относительное отверстие, тем больше размеры кружков рассеяния.

Таким образом, идеально резкое изображение можно получить только с предметов, находящихся в одной плоскости. Однако ввиду несовершенства нашего зрения мы видим достаточно резкими изображения предметов, находящихся на различном расстоянии от объектива.

Объясняется это тем, что глаз с расстояния наилучшего зрения (25 *см*) воспринимает предметы, величина которых не превышает 0,1 *мм*, в виде точки.

Практически установлено, что любые по величине предметы, рассматриваемые с расстояния, которое превышает их диаметр в 3400 и более раз, будут казаться глазу точкой. В угловых величинах это расстояние равно углу зрения в 1′, а для того чтобы глаз мог ясно распознавать предметы, необходимо их рассматривать под углом не менее 5′.

Отсюда следует, что если кружки рассеяния лучей от точек, фокусы которых не лежат в плоскости наводки, не будут превышать 0,1 *мм*, то изображение будет казаться резким.

Необходимо, однако, отметить, что предельно допустимый диаметр кружка рассеяния в 0,1 *мм* принимается для готового отпечатка, а не негатива. Если при фотографировании предполагает-

ся, что с негатива будет производиться увеличение, то размер предельно допустимого кружка рассеяния должен быть уменьшен пропорционально степени предполагаемого увеличения.

Иногда, в особенности при больших увеличениях фотокопий, кружок рассеяния значительно превышает указанные размеры, однако возникающая нерезкость изображения компенсируется увеличением расстояния, с которого рассматривается фотоснимок. Кружок рассеяния для пластиночных камер не должен превышать 0,1 *мм*, а для малоформатных камер — 0,03 *мм*.

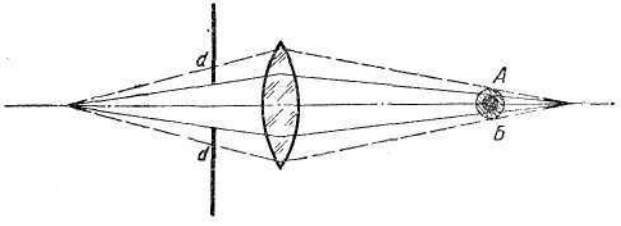


Рис. 31. Увеличение глубины резкости диафрагмированием

На глубину резкости влияют следующие факторы: 1) фокусное расстояние объектива; 2) действующее отверстие объектива; 3) расстояние до плоскости наводки; 4) диаметр предельно допустимого кружка рассеяния.

Глубина резкости увеличивается с уменьшением фокусного расстояния объектива.

Если объект съемки достаточно удален от объектива, то глубина резкости изменяется обратно пропорционально квадрату фокусного расстояния.

Глубина резкости может быть увеличена уменьшением действующего отверстия объектива при помощи диафрагмы. Как видно из рис. 31, диаметр кружка рассеяния *АБ* уменьшается при уменьшении отверстия диафрагмы *dd* благодаря уменьшению угловой величины пучка лучей.

Глубина резкости изображаемого пространства может быть вычислена по формуле гиперфокального расстояния.

Гиперфокальным расстоянием называется расстояние от оптического центра объектива до точки на оптической оси, от которой все предметы будут на изображении резкими при наводке на бесконечность.

Таблица 4

Зависимость глубины изображения пространства от фокусного расстояния объектива при действующем отверстии равном 50 *мм*

Фокусное расстояние объектива *F* (в сантиметрах)	Глубина изображения пространства (при наводке на бесконечность)
5	От 25 *м* до ∞
10	» 50 » » ∞
15	» 75 » » ∞
20	» 100 » » ∞
25	» 125 » » ∞

Если наводка на резкость была произведена на это расстояние, то задняя граница глубины резкости будет лежать в бесконечности, а передняя граница будет находиться от объектива на расстоянии, равном половине гиперфокального расстояния.

Приводим формулу для вычисления гиперфокального расстояния:

$$D = \frac{F^2}{zn},$$

где D — гиперфокальное расстояние в миллиметрах; F — фокусное расстояние объектива в миллиметрах; n — знаменатель относительного отверстия объектива; z — диаметр кружка рассеяния в миллиметрах.

Вычисление границ глубины резкости производят по формулам

$$T_1 = \frac{d(D+F)}{D-d} \quad \text{и} \quad T_2 = \frac{d(D+F)}{D+d},$$

где T_1 — расстояние до задней границы глубины резкости; T_2 — расстояние до передней границы глубины резкости; D — гиперфокальное расстояние объектива при заданной диафрагме; d — расстояние от объектива до снимаемого объекта; F — фокусное расстояние объектива.

Современные объективы в большинстве случаев имеют на своих оправах шкалу глубины резкости, сопряженную со шкалой расстояний, при помощи которых очень легко определить относительное отверстие объектива и расстояние резкой наводки в зависимости от заданной глубины изображаемого пространства.

Типы фотографических объективов

Объективы, применяемые в практике фотографирования, по своим конструктивным признакам делятся на простые и сложные.

К группе простых объективов относятся объективы, состоящие из одной линзы или нескольких линз, склеенных вместе (рис. 32, *А* и *Б*).

К сложным объективам относятся объективы, состоящие из двух линз или из двух систем линз, закрепленных в противоположных концах оправы, с диафрагмой между ними (рис. 32, *В*, *Г* и *Д*).

Сложные объективы в свою очередь делятся на симметричные и несимметричные. К симметричным относятся объективы, передний и задний компоненты которых одинаковы (рис. 32, *В* и *Г*), а к несимметричным — объективы, у которых соответствующие компоненты различны (рис. 32, *Д*).

Объективы, у которых устранена хроматическая аберрация, называются ахроматическими. Тип объектива обычно указывается на его оправе.

Простые объективы

Монокль (рис. 32, *А*) представляет собой простую собирательную линзу, заключенную в оправу. Этот вид объектива имеет много недостатков и применяется главным образом в простейших фотоаппаратах. Наилучшее качество изображения дает выпукло-во-

гнутая линза (мениск), обращенная вогнутой стороной к объекту съемки.

Монокль находит некоторое применение в художественной фотографии, так как наличие большой сферической аберрации дает возможность получить мягкость контуров изображения.

Для фотографирования объектов со строгими геометрическими формами монокль непригоден из-за большой дисторсии.

Ввиду того что объектив хроматически не исправлен, при наводке на резкость необходимо вносить поправку приближением матового стекла к объективу на величину, составляющую 2% его фокусного расстояния.

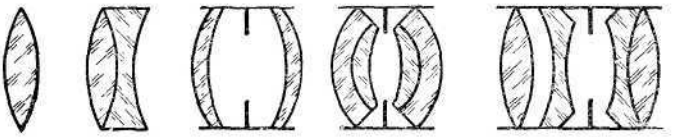


Рис. 32. Типы объективов:

Простые объективы: *А* — монокль; *Б* — ахромат. Сложные объективы: *В* — перископ; *Г* — апланат; *Д* — анастигмат

Ахромат (рис. 32, *Б*) состоит из собирательной и рассеивающей линз, склеенных между собой. Особый подбор линз по сорту стекла и степени кривизны поверхностей позволяет устранить хроматическую аберрацию и значительно уменьшить сферическую аберрацию.

Ахроматическая линза часто называется ландшафтной, так как применяется она в основном для ландшафтных съемок.

Большинство простых объективов вследствие присущих им недостатков имеют очень малую светосилу (1 : 11, 1 : 16). В настоящее время почти не выпускаются.

Сложные объективы

Перископ (рис. 32, *В*) представляет собой симметричный неахроматический объектив, состоящий из двух выпукло-вогнутых линз, симметрично расположенных по отношению к плоскости помещенной между ними диафрагмы. Благодаря указанной расстановке компонентов в объективе устранена дисторсия. Остальные недостатки, присущие простой линзе, в перископе не устранены, и применяется он лишь в аппаратах простейшей конструкции.

Апланат (рис. 32, *Г*) представляет собой симметричный объектив, состоящий из двух ахроматических линз с диафрагмой между ними. В апланате устранены или сведены до минимума большинство недостатков за исключением астигматизма и искривления поля изображения.

Улучшенное по сравнению с описанными выше объективами качество изображения, даваемое апланатом, позволяет использовать его для различных видов съемок, а более высокая светосила (1 : 6,3; 1 : 9) делает возможной съемку с моментальными выдерж-

ками. Особенность конструкции объектива позволяет вывинчивать один из компонентов, что дает увеличение фокусного расстояния в 2 раза и позволяет производить съемку пейзажей и портретов более крупным планом.

Анастигмат (рис. 32, *Д*) представляет собой совершенный объектив, свободный от основных недостатков линзы.

Анастигматы бывают симметричными и несимметричными и состоят из разного количества линз (до 8). Наряду с большой светосилой (до 1 : 1,5) они дают высокое качество изображения с равномерным распределением резкости по всему полю без диафрагмирования. Диафрагмируют объектив в основном лишь для увеличения глубины резкости.

Благодаря своим высоким оптическим качествам анастигматы удовлетворяют требованиям, предъявляемым к самым различным по характеру фотографическим работам, и в настоящее время устанавливаются на большинстве фотоаппаратов.

Объективы специального назначения

Помимо нормальных, или универсальных объективов, т. е. объективов, фокусное расстояние которых приблизительно равно диагонали кадра, в практике фотографирования применяются объективы специального назначения для выполнения фотографических работ, отличающихся по своей специфике от обычных масштабом изображения, углом изображения или особым качеством воспроизведения объекта.

Телеобъектив. Используется при фотографировании удаленных объектов для получения изображения в более крупном масштабе.

Телеобъектив состоит из двух частей: в передней его части находится собирательная линза или собирательная система линз — телепозитив, а в части, обращенной к аппарату, помещается рассеивающая система — теленегатив.

Если из какой-либо удаленной от объектива точки снимаемого объекта (рис. 33) на поверхность компонента телепозитива *P* будут падать лучи, то после преломления (при отсутствии теленегатива)

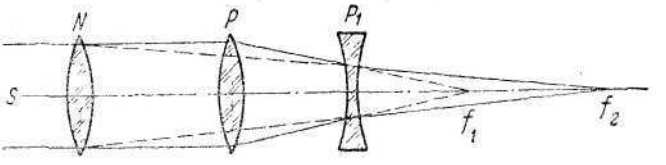


Рис. 33. Принцип действия телеобъектива

они пересеклись бы в плоскости главного фокуса f_1 телепозитива. При наличии же теленегатива P_1 лучи, преломившись в нем, пойдут сходящимся пучком и пересекутся в фокусе f_2. Благодаря этому изображение получается дальше и в более крупном масштабе.

Продолжив исходящие из теленегатива лучи в обратном направлении до пересечения их с падающими на телепозитив лучами, мож-

но определить положение линзы *N*, при которой мы получили бы размер изображения, соответствующий полученному при помощи телеобъектива.

Степень увеличения изображения зависит от расстояния между линзами телеобъектива; с уменьшением расстояния между телепозитивом и теленегативом степень увеличения возрастает и наоборот.

При уменьшении расстояния между телепозитивом и теленегативом главная (узловая) точка удаляется от системы в сторону предмета, в результате чего увеличивается и фокусное расстояние объектива, которое определяется отрезком, заключенным между главной точкой и фокусом. Эта особенность телеобъективов позволяет в значительной степени сократить растяжение камеры, а в камерах жесткой конструкции типа «ФЭД» и «Киев» — намного уменьшить габариты самого объектива.

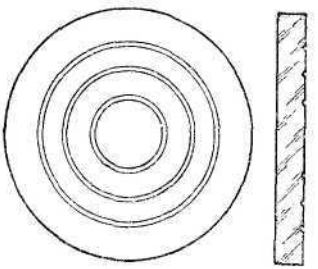


Рис. 34. Стеклянный диффузор

Телеобъективы бывают с постоянным и переменным фокусным расстоянием, однако последние дают более низкое качество изображения и в настоящее время не выпускаются.

Портретные объективы. Обычные объективы в большинстве случаев не удовлетворяют тем требованиям, которые предъявляются при художественно-портретной съемке, вследствие чрезмерной резкости и малого масштаба изображения. Большая резкость изображения делает портрет слишком жестким и лишает его художественности, а малый масштаб изображения требует значительного увеличения, что также снижает качество фотоснимка.

В портретных объективах для получения более мягкого изображения специально вносится элемент сферической аберрации и увеличивается фокусное расстояние, в результате чего достигается необходимая мягкость и более крупный масштаб изображения. Иногда при портретной съемке используют простой объектив типа монокль, имеющий большую сферическую аберрацию, степень которой можно уменьшить путем диафрагмирования. Он дает довольно мягкое изображение с понижением резкости от центра снимка к краям.

При отсутствии специального портретного объектива можно воспользоваться обычным с применением так называемого д и ф ф у з о р а (рис. 34), который представляет собой плоскопараллельную хорошо отполированную (с точки зрения качества оптических поверхностей) стеклянную пластинку с рядом вытравленных на ней плавиковой кислотой концентрических окружностей, имеющих в сечении полукруглую форму. Пластинка заключается в оправу и укрепляется на объективе. Часть лучей, падающих на объектив, частично преломляется в концентрических окружностях диффузора (рассеивается) и по выходе из него отклоняется от направления основных лучей, до некоторой степени имитируя сферическую абер-

рацию. Чем больше количество окружностей на пластинке в поле действующего отверстия объектива и чем больше размеры сечения колец, тем мягче будет полученное изображение. Такое же действие на изображение оказывают и диффузоры системы Пономарева (рис. 35), представляющие собой ряд узких полосок стекла, закрепленных в оправе в определенных положениях.

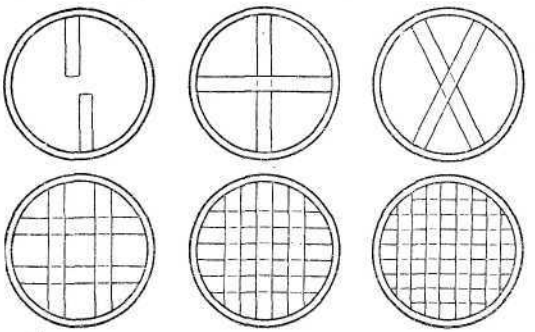


Рис. 35. Диффузоры системы Пономарева

Следует, однако, заметить, что в отличие от объективов, которые обладают свойством сферической аберрации (в допустимых пределах) и позволяют сохранить резкость изображения, смягчая ее благодаря образованию ореолов вокруг точек изображения и понижая тем самым контрастность, диффузоры вместе с образованием дымчатого фона вызывают общее понижение резкости изображения.

Большую роль играет портретная оптика при фотографировании малоформатными камерами, где даже небольшие потери величины поля кадра ведут к значительному ухудшению качества снимка за счет выявления зернистости эмульсии в процессе увеличения.

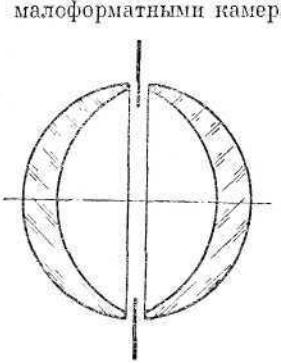


Рис. 36. Оптическая схема широкоугольного объектива

При портретной съемке малоформатными камерами применяются объективы с фокусным расстоянием 75—90 *мм*, дающие высокое качество изображения.

В настоящее время нашей промышленностью выпускается объектив «Юпитер-9» с фокусным расстоянием 85 *мм* и относительным отверстием 1 : 2. Наряду с высокой резкостью изображения «Юпитер-9» при полном действующем отверстии обладает некоторой сферической аберрацией, которая исключительно выгодно выделяет его среди других объективов.

Широкоугольные объективы предназначены для различного вида съемок при необходимости получения фотоснимков с большим углом изображения. Конструктивно они отличаются от остальных объективов укороченной оптической системой и относительно коротким фокусным расстоянием (рис. 36).

В зависимости от конструкции широкоугольные объективы имеют различные углы зрения: от 75 до 135°. Разрешающая способность высокая с некоторым понижением на краях поля изображения.

Широкоугольные объективы особенно удобны при съемках внутри помещений, размеры которых не всегда позволяют отойти с аппаратом на достаточное расстояние с целью лучшего охвата пространства.

Насадочные линзы

Насадочные линзы применяются для увеличения или уменьшения фокусного расстояния объектива, что приводит соответственно к увеличению или уменьшению масштаба изображения.

Насадочные линзы представляют собой выпукло-вогнутые линзы (мениски) различной оптической силы, дающие наилучшее качество изображения. Насадочные линзы имеют специальные металлические оправы с резьбой или посадочным диаметром для закрепления их на объективе (рис. 37). Положительные линзы укорачивают фокусное расстояние объектива, а отрицательные — удлиняют. Таким образом, нормальный объектив с отрицательной насадочной линзой может быть использован в виде телеобъектива, а с положительной, при уменьшении растяжения меха, — как широкоугольный объектив. При сохранении нормального растяжения меха он может быть с успехом использован для *фотографирования мелких объектов крупным планом.*

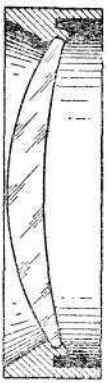


Рис. 37. Насадочная линза

Применение насадочных линз имеет особое значение при съемке малоформатными аппаратами, конструкция которых не дает возможности значительного выдвижения объектива для получения изображения предметов, находящихся на расстоянии ближе 1 *м*. Если перед нормальным объективом, сфокусированным на какой-либо предмет A, поместить положительную линзу L (рис. 38), то фокусное расстояние системы уменьшится соответственно оптической силе насадочной линзы. Если при этом расстояние P сохранить прежним, то совершенно очевидно, что сопряженная с фокальной плоскостью F плоскость наилучшей резкости точки A переместится в сторону объектива к плоскости точки A_2, соответствующей сопряженной точке предмета с фокусом изображения A'. Если теперь точку предмета A переместить в плоскость A_2, то изображение получится в более крупном масштабе.

Подбор насадочных линз в любительской практике производится при помощи элементарных расчетов.

Все очковые линзы выпускаются в диапазоне определенных фокусных расстояний. Оптическую характеристику очковых линз принято выражать не фокусным расстоянием, а ее оптической силой, зависящей от кривизны поверхностей и выражаемой в единицах *оптической силы — диоптриях* (D).

Оптическую силу линзы в диоптриях определяют путем деления 100 *см* на фокусное расстояние линзы (в сантиметрах). Если известна *оптическая сила*, то *фокусное расстояние* ее находят посредством деления 100 *см* на число диоптрий. Пример: линза, имеющая фокусное расстояние 20 *см*, обладает оптической силой 100 *см* : 20 = 5D, а линза с оптической силой в 4 D имеет фокусное расстояние 100 *см* : 4 = 25 *см*.

Положительные очковые линзы обозначаются знаком «+» (плюс) с указанием соответствующей оптической силы, а отрицательные знаком «—» (минус).

Для определения оптической силы объектива, соединенного с насадочной линзой, фокусное расстояние его выражают в диоптриях и прибавляют к полученному числу количество диоптрий насадочной линзы (если она положительная) или вычитают соответствующее количество диоптрий (если она отрицательная). Фокусное расстояние полученной системы находят путем деления 100 *см* на число диоптрий системы.

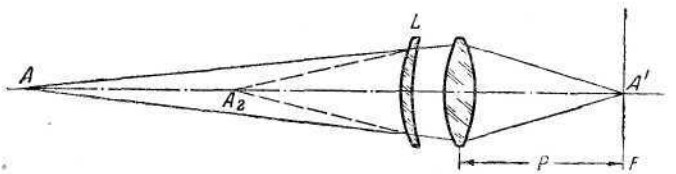


Рис. 38. Оптическая схема действия насадочной линзы

Нужно отметить, что применение насадочных линз в значительной степени снижает качество изображения ввиду увеличения аберраций. Уменьшения их влияния достигают диафрагмированием. Диафрагмирование особенно необходимо при съемке с положительными насадочными линзами, которые, помимо даваемой ими аберрации, укорачивая фокусное расстояние и увеличивая угол поля изображения, ухудшают резкость изображения на краях снимка. Значительное улучшение качества изображения при фотографировании с насадочными линзами достигается путем применения желтого светофильтра и спектрально сенсибилизированного негативного материала, которые нейтрализуют влияние хроматической аберрации насадочных линз.

Оригинальный метод использования насадочных линз для малоформатных фотокамер предложен А. П. Терентьевым и В. А. Шпанауер (Московский государственный университет). Он заключается в применении в качестве фокусирующего и кадрирующего приспособления прозрачного цилиндра из органического стекла, получившего название «Фоккад». Это приспособление (рис. 39) позволяет легко и быстро производить съемку малых объектов в масштабах 1 : 0,5; 1 : 1 и 1 : 2 без применения штативов. «Фоккад» состоит из положительной линзы в 10—20 диоптрий. Оправа линзы смонтирована с полым прозрачным цилиндром, высота и диаметр которого выполняются в соответствии с углом поля изображения и расстоянием от оправы объектива до плоскости предмета, сопряженной с плоскостью фокусированного изображения.

Для кадрирования предмета съемки и наводки на резкость необходимо фотоаппарат с «Фоккадом» приблизить к предмету таким образом, чтобы предмет находился внутри цилиндра в плоскости его переднего края.

«Фоккад» позволяет снимать и подвижные предметы как при боковом освещении, так и в проходящем свете.

Насадочные линзы чистятся намотанным на палочку тампоном ваты, который смачивают в спирте или серном эфире.

Хранятся линзы в соответствующих их размерам картонных или металлических коробках.

Применение насадочных линз в значительной степени изменяет светосилу объектива, так как фокусное расстояние объектива увеличивается или уменьшается (в зависимости от оптической характеристики линзы), а действующее отверстие остается постоянным. При увеличении фокусного расстояния светосила уменьшается, при уменьшении — увеличивается.

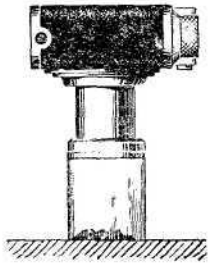


Рис. 39. «Фоккад», надетый на объектив камеры «ФЭД»

Для примера возьмем объектив с фокусным расстоянием 135 *мм* при относительном отверстии 1 : 4,5 и рассмотрим характер изменения светосилы при различной оптической характеристике насадочных линз.

Диаметр действующего отверстия объектива с $F = 135$ *мм* и относительным отверстием 1 : 4,5 равен 30 *мм*. Отсюда:

а) относительное отверстие основного объектива равно $30 : 135 = 1 : 4{,}5$;

б) при увеличении фокусного расстояния до 150 *мм* относительное отверстие будет равно $30 : 150 = 1 : 5$;

в) при уменьшении фокусного расстояния до 75 *мм* относительное отверстие будет равно $30 : 75 = 1 : 2{,}5$.

Таким образом, при пользовании насадочными линзами шкала диафрагмы объектива не показывает истинных величин относительного отверстия, и в каждом отдельном случае определение относительного отверстия требует перерасчета.

Коэфициент изменения выдержек при фотографировании с насадочными линзами определяется отношением квадрата общей величины фокусного расстояния объектива и линзы к квадрату фокусного расстояния объектива.

Пример 1. Съемка производится объективом, фокусное расстояние которого равно 135 *мм*, с насадочной линзой, удлиняющей фокусное расстояние до 185 *мм*. Коэфициент изменения выдержки будет равен:

$$n = \frac{185^2}{135^2} = \frac{34225}{18225} = 1{,}9,$$

т. е. выдержка должна быть увеличена почти в 2 раза.

Пример 2. Съемка производится тем же объективом с насадочной линзой, укорачивающей фокусное расстояние до 105 *мм*. Коэфициент изменения выдержки равен:

$$n = \frac{105^2}{135^2} = \frac{11025}{18225} = 0{,}6,$$

т. е. выдержка должна составлять 0,6 той выдержки, которая была установлена для объектива без насадочной линзы.

Элементы фотографического объектива

Оптическое стекло

В силу исключительно высоких требований, предъявляемых к качеству изображения оптических систем, естественно возникла необходимость в изготовлении широкого ассортимента специальных сортов стекол, различных по своим свойствам. Оптическое стекло в отличие от обыкновенного должно обладать особенно высокой прозрачностью, чистотой, бесцветностью, однородностью, преломляющей способностью. Выполнение всех этих требований значительно усложняет его химический состав. В основном в состав оптического стекла входят кремнезем, сода, борная кислота, соли бария, окись свинца, фтористые соли и др.

Одним из основных показателей, характеризующих свойства оптического стекла, является показатель преломления. Оптические стекла с высоким показателем преломления называются флинтами, а с низким показателем преломления — кронами.

Показатель преломления стекла зависит от наличия в его составе тех или иных химических веществ, свойства и количества которых определяют оптическую характеристику стекла. Так, для увеличения показателя преломления стекла в его состав вводят окись свинца, а для уменьшения — соли фтора.

Для получения цветного стекла в состав белого стекла при варке вводят вещества, содержащие медь, золото, селен и др.

Варка оптического стекла производится в специальных огнеупорных горшках, помещаемых в стекловаренную печь. Процесс варки длится около 24 часов.

По окончании плавки стекла горшок извлекается из печи и подвергается замедленному охлаждению, длящемуся 6—8 дней.

Вследствие неравномерности остывания массы в ней образуются натяжения, которые вызывают растрескивание стекла на большое количество кусков.

После остывания куски стекла сортируются по размерам и качеству, затем годные отправляются для дальнейшей обработки.

В целях сокращения времени на механическую обработку оптические детали изготовляются не из обычных кусков стекла, полученных после варки, а из специальных прессованных плиток или заготовок. Во избежание натяжений, вызываемых неравномерным охлаждением массы, полученные таким способом заготовки подвергаются исключительно медленному охлаждению стекла в печах, так называемому отжигу.

К недостаткам оптического стекла, которые обнаруживаются, как правило, в первичных стадиях производства (в готовых изделиях встречаются редко), относят камни, пузыри, мошку, дымки, свили и натяжения.

Камни представляют собой мелкие непрозрачные частицы, отделившиеся от горшка во время варки стекла, или нерасплавившиеся частицы шихты.

Небольшое количество и малые размеры камней, если они не находятся в фокальной плоскости или вблизи ее, на качество изображения не влияют, так как задерживают лишь незначительную часть проходящего через стекло света.

Пузыри образуются в процессе варки стекла ввиду выделения газов составными частями шихты, вступающими в реакцию. Практически неизбежны при изготовлении стекла.

Пузыри вызывают светорассеяние и некоторую потерю яркости изображения, так как лучи света, преломляясь на поверхностях пузырей под значительно бо́льшими углами, чем на остальной площади линзы, почти полностью поглощаются внутренними поверхностями стенок камеры и оправы объектива. Однако отношение площади пузырей к площади действующего отверстия объектива даже при максимально допустимом техническими условиями количестве и размерах пузырей составляет ничтожные цифры, исчисляемые в десятых долях процента. Поэтому наличие незначительного количества пузырей в линзах объективов практически не влияет на качество изображения.

Пузыри недопустимы в деталях, расположенных в фокальной плоскости или вблизи нее.

Мошка представляет собой большое скопление в массе стекла мельчайших пузырей, занимающих значительную часть его объема. Мошка вызывает рассеяние большого количества проходящего через стекло света. В готовых деталях недопустима.

Дымки имеют вид паутины или легкой волнистой дымки в среде стекла. Происходит в основном от спекания складок, образующихся в процессе прессовки, а также при спекании ранее незамеченных трещин.

Свили наблюдаются в массе стекла в виде прозрачных полосок или нитей вследствие неодинакового показателя преломления массы стекла. Представление о свиле может дать сравнение с каплей насыщенного сахарного раствора, введенной в стакан с водой. При растворении капля раствора будет образовывать в воде хорошо заметный след в виде волнистых полос и нитей.

Густые скопления свилей вредно отражаются на качестве изображения, поэтому в оптических деталях допустимы лишь отдельные незначительные по величине свили.

Натяжения происходят от неоднородности стекла, вызванной неравномерным охлаждением при его изготовлении или чрезмерных давлений на стекло при закреплении его в оправах. В обычных условиях они незаметны на глаз, поэтому выявляются проверкой стекол при помощи специального прибора — полярископа.

Натяжения в оптических деталях недопустимы, так как они значительно снижают качество изображения.

Оправы

Фотографический объектив состоит из линзы или чаще системы линз, расположенных в строго определенном порядке на точно заданных расстояниях друг от друга и закрепленных в оправе — металлической обойме, удерживающей линзы в соответствующем положении и снабженной механизмом диафрагмы.

Оправы по своим конструктивным признакам можно разделить на простые и сложные.

К простым оправам относятся жесткие неподвижные конструкции, укрепляющиеся на передней планке камеры, передвижением которой и осуществляется наводка изображения на резкость.

К группе сложных оправ относятся подвижные системы, которые благодаря наличию в них резьбовых соединений позволяют производить наводку на резкость, а в отдельных случаях осуществлять кинематическую связь объектива с дальномером фотоаппарата.

Простые оправы

Нормальная оправа (рис. 40) представляет собой металлический тубус *а*, внутри которого помещается узел диафрагмы *б*, связанный штифтом с наружным кольцом *в*, регулирующим величины отверстия диафрагмы. В резьбу на концах тубуса ввинчиваются оправки *г* с укрепленными в них линзами. На резьбу наружной части тубуса навинчивается кольцо *д* с рядом отверстий для шурупов, которыми объектив крепится на камере.

Этот вид оправ не позволяет быстро заменить один объектив другим, поэтому в последнее время большее распространение

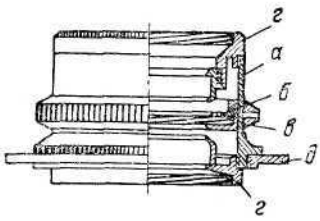


Рис. 40. Нормальная оправа

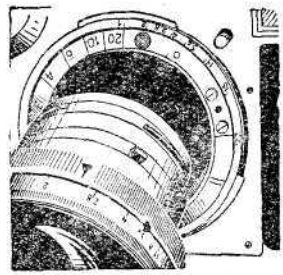


Рис. 41. Штыковая оправа

стали получать штыковые оправы (рис. 41), для установки которых достаточно вставить оправу в имеющееся на камере кольцо и повернуть ее на некоторый угол.

Нормальные оправы применяются в штативных технических, павильонных и некоторых малоформатных камерах.

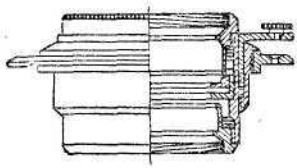


Рис. 42. Углубленная оправа

Углубленная оправа (рис. 42) отличается от нормальной тем, что кольцо для крепления объектива на камере и кольцо диафрагмы перенесены на переднюю часть тубуса, благодаря чему бо́льшая часть объектива оказывается скрытой внутри камеры, что делает ее гораздо компактнее.

Ввиду того что углубленная оправа не позволяет укреплять на ней затвор, она применяется главным образом на камерах с щелевыми затворами обычного типа и на зеркальных камерах.

Сложные оправы

Червячные, или установочные, оправы (рис. 43) представляют собой подвижную конструкцию, состоящую из тубуса объектива *а* с многозаходной резьбой на наружном диаметре, связанного с кольцом-носителем *б*, укрепленным на наружном кожухе оправы. Благодаря наличию стопоров *г*, свободно скользящих по продольным прорезям кожуха, тубус при вращении кольца-носителя приобретает поступательное движение. Регулировочное кольцо диафрагмы монтируется на передней части тубуса. На кольце-носителе наносится индекс *д*, связанный со шкалой расстояний *е*, находящейся на торце кожуха оправы. Вся оправа соединяется с кольцом *ж* при помощи резьбы или штыкового соединения. Объективы с червячными оправами устанавливаются на фотокамерах, не имеющих фокусирующих устройств (ящичные, клапкамеры и пр.).

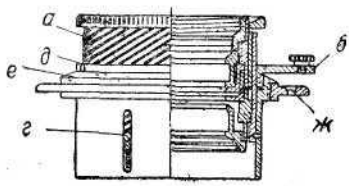


Рис. 43. Червячная оправа

Оправы современных малоформатных фотоаппаратов («Зоркий», «Киев» и др.) относятся к наиболее сложным типам оправ, так как с их помощью осуществляются не только осевые перемещения объектива для наводки на резкость, но и сложная кинематическая связь перемещений объектива с работой дальномера. О сложности подобного типа оправ говорит тот факт, что если рассогласованность в движении отдельных узлов оправы превышает 0,02 *мм*, необходимая взаимосвязь между объективом и дальномером оказывается невозможной.

На рис. 44 приведена принципиальная схема работы оправы объективов фотоаппарата «Зоркий».

Корпус оправы *1*, упирающийся в камеру торцом *а*, на внутренней части имеет многозаходную резьбу, в которую ввинчивается обойма *2*. В обойме закрепляется блок объектива *4*, заключенный в собственную оправу с диафрагмой. Обойма *2* соединена с кольцом *3*, снабженным шкалой расстояний, при помощи которого производится вращение обоймы. В задней части оправы обойма соединена резьбой с втулкой *5*, которая, будучи закреплена штифтом *6* через имеющийся в ней продольный паз, осуществляет осевые перемещения при вращении обоймы и соединяется торцом *б* с дальномером. Величина пропорциональности продольных перемещений обоймы с объективом и втулки *5* достигается путем выбора соответствующей разности в величине шагов резьб.

Конструкция оправы дает возможность производить на камере установку объективов с различными фокусными расстояниями и, следовательно, с различной величиной осевых перемещений при постоянной величине перемещений торца *б*, связанного с дальномером.

В оправах объективов для камеры «Киев» в отличие от оправ для «Зоркого» вращательно-поступательное движение обоймы блока

объектива сочетается с вращательным движением втулки, имеющей торцевое сцепление с дальномером камеры (рис. 45).

Показания дальномера фотоаппарата «Киев» изменяются при поворотах оправы, смонтированной непосредственно на камере и служащей как для установки в ней нормальных объективов (с $F = 50$ *мм*), так и для осуществления кинематической связи между оправами других объективов и дальномером.

Ввиду того, что изменения показаний дальномера зависят от величины поворота кольца *4* смонтированной на камере оправы, соответствующие осевые перемещения обоймы *2* с объективом должны происходить при повороте ее в резьбе на ту же величину. Поэтому при расчете оправ подобного типа для согласования осевых перемещений объектива с величиной поворота обоймы *2*, а следовательно, и втулки *3*, осуществляющей передачу вращательного движения объектива кольцу *4*, учитывают шаг резьбы, который необходим для осуществления заданной величины осевого перемещения объектива при повороте его на заданную угловую величину.

Вращение объектива производится при помощи кольца *5*, укрепленного на обойме объектива, а передача вращения от объектива к оправе, вмонтированной на камере, производится при помощи втулки *3*, имеющей на торце выступы для зацепления с кольцом *4* и связанной с обоймой штифтом, скользящим по продольной щели. Для устранения самопроизвольного расцепления втулки *3* с кольцом *4* в оправе установлена пружина *6*, поджимающая втулку *3* к кольцу.

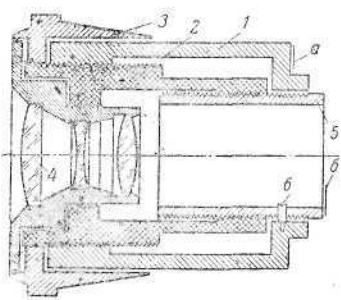


Рис. 44. Схема оправы объектива фотоаппарата «Зоркий»

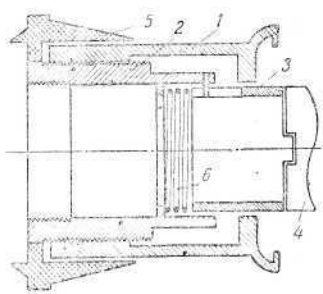


Рис. 45. Схема оправы объектива фотоаппарата «Киев»

Оба описанных вида сложных оправ обеспечивают полную взаимозаменяемость объективов на камерах.

Оправы в центральном затворе (см. рис. 50) представляют собой собственно корпус затвора, в отверстия которого ввинчиваются оправки с укрепленной в них оптикой. Ламели (лепестки) затвора располагаются между двумя компонентами объектива рядом с диафрагмой.

Диафрагмы

В настоящее время в объективах советских фотоаппаратов устанавливаются ирисовые диафрагмы.

Ирисовая диафрагма (рис. 46) состоит из ряда лепестков серповидной формы, один конец которых укрепляется имеющимся на

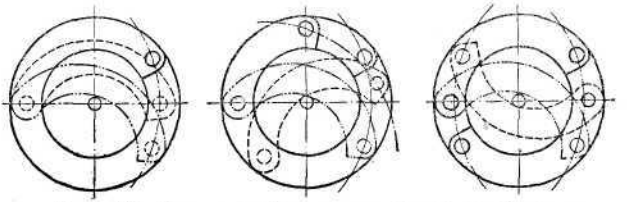


Рис. 46. Схема действия ирисовой диафрагмы

лепестке штифтом в отверстиях корпуса оправы, а штифт другого конца лепестка помещается в шлицы кулисы (установочного кольца), при помощи которой осуществляется поворот лепестков. Внутренние радиусы лепестков определяют величину отверстия.

Потери света в объективе, рефлексы и меры борьбы с ними

Потери света в объективе

Потери света в объективе, связанные с сортом стекла и его качеством, можно разбить на три вида:

1) потери, вызванные поглощением света стеклом;

2) потери, происходящие вследствие отражения части света поверхностями стекла;

3) потери, связанные с рассеянием света.

Поглощение света оптическим стеклом вызывается наличием в нем незначительных примесей окисей железа и хрома, проникающих в стекло из стенок горшка в процессе варки. Вследствие этих примесей стекло приобретает легкую зеленоватую окраску, хорошо заметную при рассматривании толстых кусков стекла. Коэфициент поглощения стекла для различных сортов составляет всего лишь от 1 до 3% на 1 *см* толщины стекла.

Гораздо бо́льшие потери света происходят за счет отражения лучей от границ оптических поверхностей. Как известно, отражение света происходит одновременно с преломлением на границе, разделяющей две среды с различными показателями преломления. Коэфициент отражения находится в зависимости от угла падения. В среднем при отражении от поверхности стекла теряется до 6% света. Совершенные объективы состоят из большого количества линз, на поверхности которых свет претерпевает потери на отражение, поэтому световые потери в них увеличиваются пропорционально количеству отражающих поверхностей.

Бо́льшие потери света в стекле вызываются рассеянием. Рассеяние происходит ввиду наличия в массе стекла пузырей, свилей,

мелких камней и т. п., но наиболее значительные потери на рассеяние вызываются наличием царапин, пятен и налетов на поверхностях оптических деталей. Рассеянный свет накладывается фоном на изображение, значительно снижая его контрастность и резкость.

В сложных многолинзовых объективах потери света на отражение, поглощение и рассеяние достигают 50%.

Таблица 5а

Потери на отражение при показателе преломления $n_D = 1{,}55$

Число линз	Число преломляющих поверхностей	Яркость выходящего пучка*
1	2	0,91
2	4	0,83
3	6	0,75
4	8	0,63

* Яркость падающего на объектив светового пучка принимается за единицу.

Таблица 5б

Потери на поглощение

Длина пути прохождения лучей в стекле (в сантиметрах)	Яркость выходящего пучка
1	0,99
4	0,96
8	0,92
10	0,90

Уменьшение потерь света в оптике достигается двумя способами: сокращением количества отражающих поверхностей системы путем склеивания отдельных линз канадским бальзамом или бальзамином, близкими к стеклу по показателю преломления, и просветлением оптики.

В современных сложных оптических системах применяются одновременно как первый, так и второй способы снижения световых потерь.

Рефлексы

Рефлексами называют блики на изображении, возникающие при отражении лучей оптическими или механическими деталями фотоаппарата. Как правило, рефлексы образуются не на всей площади изображения, а лишь на отдельных ее участках, накладываясь фоном на изображение.

Различают два вида рефлексов:

а) механические, являющиеся следствием отражения наклонных лучей внутренними поверхностями оправы объектива и камеры;

б) оптические, вызванные частичным отражением света от поверхности линз.

Явление механического рефлекса показано на рис. 47.

Механические рефлексы обычно происходят в тех случаях, когда с внутренних частей камеры и оправы объектива сходит черная матовая окраска и оголяется металл. Устраняются механические рефлексы аккуратным подкрашиванием оголенных частей камеры черным матовым лаком, а в оправах объективов — ограничением выходящего пучка лучей ограничительной диафрагмой и также черной матовой лакировкой.

Явление оптического рефлекса показано на рис. 48. Оптические рефлексы происходят ввиду частичного отражения света поверхностями линз и они не могут быть полностью устранены.

Оптические рефлексы усиливаются с увеличением числа линз в объективе, разделенных воздушными промежутками. Явления

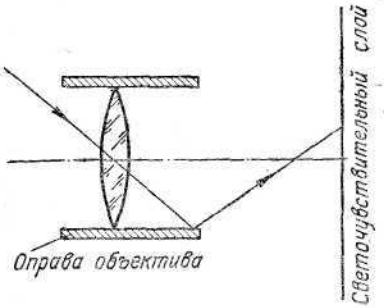


Рис. 47. Явление механического рефлекса

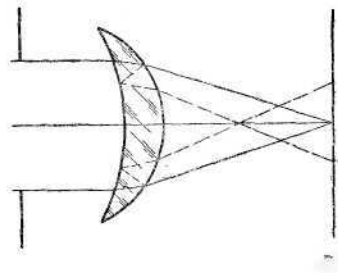


Рис. 48. Явление оптического рефлекса

оптических рефлексов в значительной степени уменьшаются при правильном подборе кривизны оптических поверхностей, склеивании линз и в особенности благодаря просветлению оптики.

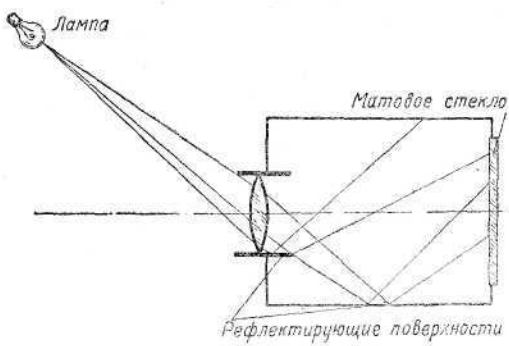


Рис. 49. Схема выявления очагов механических рефлексов

Для выявления причин возникновения механических рефлексов и их устранения рекомендуется следующий способ.

Из практики известно, что рефлексы усиливаются при наличии в поле зрения объектива отдельных ярко освещенных объектов или источников света, поэтому, установив фотографический аппарат перед темным экраном так, чтобы его изображение полностью покрывало кадр, в поле зрения объектива вводят электрическую лампу (рис. 49).

Перемещая лампу под разными углами к оптической оси объектива так, чтобы она не попадала в поле изображения, наблюдают за характером изображения на матовом стекле. Заметив на матовом стекле появление размытого светлого пятна, лампу закрепляют в этом положении и, отняв от камеры матовое стекло, осматривают внутреннюю часть камеры в направлении, соответствующем направлению линии, соединяющей приблизительное расположение внутренней части оправы объектива и пятна на матовом стекле. При этом на одной из деталей будет виден яркий блик, который и подлежит закрашиванию.

Аналогичным способом проверяются отдельно от камеры и объективы. В этом случае объектив, удерживаемый в руке и направленный на темную поверхность, наклоняют и вращают вокруг оси относительно лампы при одновременном наблюдении за внутренними частями оправы.

Просветление оптики

Сущность процесса просветления заключается в нанесении на поверхность стекла тонкой прозрачной пленки, показатель преломления которой меньше показателя преломления стекла. Коэфициент отражения стекла при этом значительно снижается, причем тем больше, чем больше показатель преломления данного сорта стекла.

Благодаря просветлению оптики значительно повышается эффективная светосила оптических систем, увеличивается контрастность изображения за счет уменьшения оптических рефлексов и светорассеяния. Просветленная оптика оказывает также противоореольное действие.

В эффективности просветления фотографических объективов легко убедиться из табл 6 и 7.

Таблица 6

Снижение коэфициента отражения стекол при физическом методе просветления (пленки фторидов магния и кальция)

Сорт стекла	Показатель преломления n_D	Коэфициент отражения (в процентах)	
		до обработки	после нанесения пленки фторидов
К-8	1,5163	4,21	0,3
БК-10	1,5688	4,90	0,1
ВФ-12	1,6259	5,68	0,3
ЛФ-5	1,5749	4,97	0,5
ТК-6	1,6126	5,50	0,4
ТФ-3	1,7172	6,78	0,1

Таблица 7

Влияние просветления оптики на коэфициент пропускания света через объектив

Объектив	Коэфициент пропускания лучей средней части спектра	
	до просветления (в %)	после просветления (в %)
«Юпитер-12»	68	89
«Юпитер-3»	72	91
«Индустар-22»	69	90

Уход за объективами

Фотографические объективы рекомендуется хранить в специальных металлических, пластмассовых или в крайнем случае картонных коробках, оклеенных внутри бархатом во избежание механических повреждений при толчках.

Наиболее благоприятным режимом хранения является комнатная температура при минимальной влажности воздуха. Ни в коем случае нельзя хранить объективы в сырых помещениях, так как влага воздуха сильно портит поверхность стекла, образуя на нем неисправимые налеты.

Хранение объективов в помещениях с высокой температурой может вызвать испарения имеющейся в резьбах смазки. Конденсируясь на поверхности линз, эти испарения образуют налеты, которые, усиливая светорассеяние, снижают оптические качества объектива.

Во-время не вычищенные отпечатки пальцев от случайного прикосновения к поверхности линз могут также повлечь к непоправимой порче объектива, так как пот оказывает вредное химическое воздействие на стекло.

Для предохранения объективов от загрязнений и повреждений поверхностного слоя в процессе эксплуатации и хранения рекомендуется в оправы ввинчивать светофильтры. Даже в тех случаях, когда условия съемки не требуют применения светофильтра, желательно закрывать объектив самым светлым желтым фильтром, который не будет оказывать существенного влияния на результаты фотографирования. Во время работы с фотоаппаратом на воздухе зимой оптика сильно охлаждается и при перенесении аппарата в помещение, естественно, запотевает. В таких случаях оптику не следует протирать. Запотевание само собой исчезнет при нахождении аппарата в течение некоторого времени в комнатной температуре.

Большое значение для предохранения объектива от порчи имеет чистка. Перед чисткой с поверхности объектива необходимо сдуть пыль при помощи резиновой груши, так как при чистке твердые пылинки могут поцарапать объектив.

Необходимо отказаться от ошибочно рекомендуемых некоторыми литературными источниками способов чистки оптики замшей, старыми чисто вымытыми тряпками и т. п., так как эти материалы являются собирателями мельчайших частиц пыли и в процессе чистки образуют на поверхности линз густую сетку мелких царапин. Нельзя пользоваться при чистке растворами щелочей и кислот.

Чистка оптики должна производиться тампоном стерилизованной ваты, плотно намотанным на палочку и увлажненным смесью петролейного эфира (фракции легкого бензина, кипящие в интервале 40—70°С) и спирта. Смесь приготовляется из 80—90% эфира и соответственно 20—10% спирта. В случае отсутствия эфира чистку можно производить чистым спиртом.

Чистка линз производится круговыми движениями тампона от центра линзы к краю при некотором нажиме.

Обильное смачивание тампона эфиром или спиртом недопустимо, так как излишки жидкости, стекающие при нажатии тампона на линзу, будут образовывать при высыхании кольцеобраз-

ные потеки, а в отдельных случаях могут проникнуть между оправой и линзой, нарушив прочность склейки линз.

Чистка производится несколько раз подряд, причем каждый раз меняется тампон ваты.

Неисправности объективов и способы их устранения

1. **Налеты в виде мутных пятен на отдельных участках или на всей поверхности линзы.** Происходят от испарения жировых веществ в оправе и конденсации их на стекле или от случайного занесения на поверхность стекла мельчайших частиц жира, который со временем распространяется на значительной поверхности благодаря влиянию влаги воздуха в виде мельчайших капелек.

Устраняются тщательной чисткой.

2. **Запотевание внутренних поверхностей линз.** Происходит вследствие испарения влаги и конденсации ее на поверхностях линз.

Устраняется чисткой и просушкой внутренности оправы в струе сухого и теплого воздуха.

3. **Осыпка.** Встречается в виде мелких частиц грязи, пыли или металлической стружки на внутренних поверхностях линз.

Устраняется чисткой и тщательным продуванием оправы при помощи резиновой груши.

4. **Расклейка.** Происходит главным образом вследствие механических повреждений оправы объектива и линз и вредных температурных влияний; выражается в образовании в слое клея блестящих пятен с закругленными, извилистыми краями, напоминающими контуры дубового листа.

Устранима только в производственных условиях.

5. **Коррозия на лепестках затвора и диафрагмы.** Встречается в большинстве случаев в виде мелких пятен бурой окраски.

Процесс коррозии до некоторой степени замедляется нанесением на поверхность лепестков тончайшего слоя густой смазки (свободной от кислот) при помощи зажиренного тампона ваты.

Эта операция может производиться лишь в условиях специализированной мастерской, так как малейшая неосторожность при нанесении смазки может привести к отказу в работе затвора из-за слипания лепестков.

Чистка внутренних поверхностей объективов требует их разборки. Невнимательное отношение к этой операции зачастую приводит к серьезным ухудшениям качества объектива, а подчас и к его окончательной порче. Поэтому перед тем как приступить к разборке и чистке объектива необходимо изучить основные правила, гарантирующие сохранение прежних оптических характеристик объектива:

1) перед вывинчиванием из тубуса оправы оптических компонентов, закрепленных в собственных оправах, необходимо убедиться, не закреплены ли они с наружной поверхности тубуса или с торца в разъеме резьб стопорными винтами. При наличии стопорных винтов их необходимо аккуратно вывернуть маленькой часовой отверткой;

2) аккуратно, не портя вида оправы, нанести на тубусе и оправке оптики чертилкой или карандашом черточку в месте стыка

двух деталей, которая при сборке будет указывать необходимую степень дотяжки компонентов в резьбе.

Так же поступают и при развинчивании многозаходных резьб;

3) при вывинчивании отдельных компонентов из оправы ни в коем случае не следует прибегать к укреплению отдельных частей оправы в тисках или клещах, так как это ведет к неизбежной порче объектива.

Обычно для вывинчивания оптики из оправы не требуется слишком больших усилий, однако если вывинчивание просто от руки не удается, следует применить два куска листовой резины толщиной 1—1,5 *мм*, при помощи которых, опять-таки только руками, захватываются одна и другая части оправы и отвинчиваются обычным образом;

4) нельзя отвинчивать и извлекать отдельные линзы из их резьбовых оправок, так как это в большинстве случаев ведет к нарушению оптических качеств объектива (децентрировка, возможная перестановка линз местами и пр.);

5) ввинчивать отдельные части в оправу следует с особой аккуратностью, так как исключительно мелкие резьбы в этих деталях не дают ощущения правильного попадания резьбы в заход. Применение силы в этих случаях приводит только к порче объектива.

Рекомендуется перед ввинчиванием детали несколько провернуть ее в левую сторону до ощущения характерного щелчка, свидетельствующего о совпадении резьб по заходу, после чего производить ввинчивание. Плотность дотяжки резьбы проверяют по ранее нанесенным меткам.

В заключение необходимо указать, что самостоятельная разборка объектива может производиться только в случаях крайней необходимости при отсутствии возможности воспользоваться услугами специалиста.

Советские фотографические объективы

Советской оптико-механической промышленностью освоено большое количество видов совершенных оптических приборов и фотооптики. Ниже дается характеристика лишь небольшой группы фотографических объективов, наиболее распространенных в практике фотографических работ.

Фотообъектив «Индустар-23»

Объектив «Индустар-23» (рис. 50) предназначен для камер «Москва-1», «Москва-2» и «Москва-3». Используются в увеличителях «У-4» и «Фотам». Представляет собой четырехлинзовый полусклеенный анастигмат. Третий, задний, компонент состоит из двух склеенных между собой линз.

Наводка на резкость производится путем изменения величины воздушного промежутка между первым и вторым компонентами, достигаемого перемещением оправы передней линзы в многозаходной резьбе.

В большинстве случаев объектив «Индустар-23» монтируется в оправе центрального затвора. Оптика объектива просветлена.

Обладая довольно хорошей коррекцией аберраций, объектив применяется для различного вида профессиональных и любительских съемок.

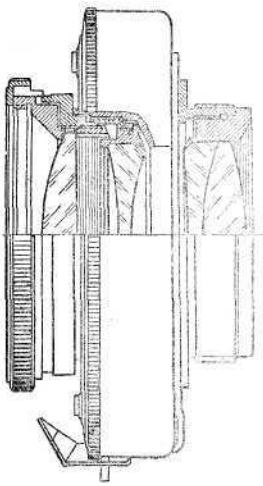


Рис. 50. Объектив «Индустар-23»

Техническая характеристика

Фокусное расстояние (в миллиметрах) 110
Относительное отверстие 1:4,5
Угол поля изображения . . . . 52°
Шкала относительных отверстий 1:4,5; 1:5,6; 1:8; 1:11; 1:16; 1:22; 1:32
Диапазон шкалы расстояний. . от 1,5 *м* до ∞
Разрешающая способность в линиях на 1 *мм*:
в центре поля 28
по краям поля 14

Фотообъектив «Индустар-10»

Объектив «Индустар-10» (рис. 51) представляет собой четырехлинзовый полусклеенный анастигмат. Третий, задний компонент состоит из двух склеенных между собой линз.

Оптика объектива не просветлена. Устанавливается на фотоаппаратах «ФЭД» и «Спорт».

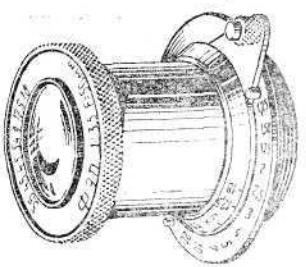


Рис. 51. Объектив «Индустар-10»

Техническая характеристика

Фокусное расстояние (в миллиметрах) 50
Относительное отверстие 1:3,5
Угол поля изображения . . . . 47°
Шкала относительных отверстий 1:3,5; 1:4,5; 1:6,3; 1:9 1:12,5; 1:18
Диапазон шкалы расстояний . . от 1 *м* до ∞;
Разрешающая способность в линиях на 1 *мм*:
в центре поля 40
по краям поля . . . . . низкая *

* Низкая разрешающая способность по полю объясняется некоторым астигматизмом и повышенной кривизной поля изображения.

Фотообъектив «ФЭД» светосильный

Светосильный фотообъектив «ФЭД» (рис. 52) представляет собой шестилинзовый несимметричный полусклеенный анастигмат. По качеству изображения значительно уступает объективам других систем, предназначенных для малоформатных камер.

Оптика объектива не просветлена.

Устанавливался на фотоаппаратах «ФЭД». С 1941 г. не выпускается.

Техническая характеристика

Фокусное расстояние (в миллиметрах)	50
Относительное отверстие	1:2
Угол поля изображения	47°
Шкала относительных отверстий	1:2; 1:2,9; 1:3,5; 1:4,5; 1:6,3; 1:9; 1:12,5; 1:18
Диапазон шкалы расстояний	от 1 *м* до ∞
Разрешающая способность в линиях на 1 *мм*:	
в центре поля	25
по краям поля	10—12

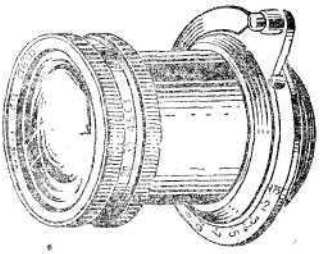


Рис. 52. Объектив «ФЭД» светосильный

Фотообъектив «ФЭД» широкоугольный

Широкоугольный объектив «ФЭД» (рис. 53) представляет собой шестилинзовый полусклеенный анастигмат. Обладает исключительно высокой разрешающей способностью и дает высокое качество изображения. Очень большой угол поля изображения вызывает значительное виньетирование углов снимка (пониженная освещенность).

Оптика объектива не просветлена.

Устанавливался на фотоаппаратах «ФЭД». С 1941 г. не выпускается.

Техническая характеристика

Фокусное расстояние (в миллиметрах)	28
Относительное отверстие	1:4,5
Угол поля изображения	76°
Шкала относительных отверстий	1:4,5; 1:6,3; 1:9; 1:12,5; 1:18
Диапазон шкалы расстояний	от 1 *м* до ∞
Разрешающая способность в линиях на 1 *мм*:	
в центре поля	45
по краям поля	15

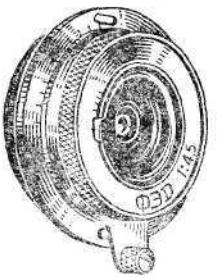


Рис. 53. Объектив «ФЭД» широкоугольный

Телеобъектив «ФЭД»

Телеобъектив «ФЭД» (рис. 54) состоит из двух компонентов — телепозитива и теленегатива, каждый из которых имеет по две склеенные между собой линзы.

Объектив дает удовлетворительное качество изображения. Дисторсия достигает 2%.

Оптика объектива не просветлена.

Устанавливался на аппаратах «ФЭД». С 1941 г. не выпускается.

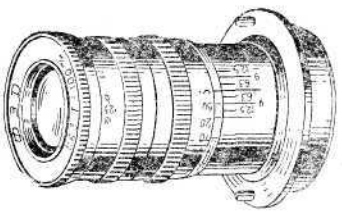


Рис. 54. Телеобъектив «ФЭД»

Техническая характеристика

Фокусное расстояние (в миллиметрах)	100
Относительное отверстие	1:6,3
Угол поля изображения	24°
Шкала относительных отверстий	1:6,3; 1:9; 1:12,5; 1:18
Диапазон шкалы расстояний	от 1 *м* до ∞
Разрешающая способность* в линиях на 1 *мм*:	
в центре поля	38—40
по краям поля	25

Фотообъектив «Индустар-22»

Фотообъектив «Индустар-22» (рис. 55) предназначен для малоформатного фотоаппарата «Зоркий».

Применяется также в увеличителе «У-2» и репродукционно-увеличительном аппарате «РУ-1».

«Индустар-22» принадлежит к группе анастигматов; имеет оптику с предельно корригированным астигматизмом. Состоит из трех компонентов; третий, положительный, компонент склеен из двух линз.

Объектив смонтирован в оправе с выдвигающимся тубусом и снабжен ирисовой диафрагмой. Выпускается также смонтированным в так называемой неубирающейся оправе.

---

* Разрешающая способность для объективов, предназначенных для камеры «ФЭД», дана на основании экспериментального анализа, проведенного по отдельным экземплярам.

Оптика объектива просветлена.

Обладая высокой разрешающей способностью с хорошим распределением резкости по полю, «Индустар-22» используется для самых различных видов фотографических работ.

Техническая характеристика

Фокусное расстояние (в миллиметрах)	52,4
Относительное отверстие	1:3,5
Угол поля изображения	45°
Шкала относительных отверстий	1:3,5; 1:4; 1:5,6; 1:8; 1,11; 1:16
Диапазон шкалы расстояний	от 1 *м* до ∞
Разрешающая способность в линиях на 1 *мм*:	
в центре поля	32
по краям поля	20

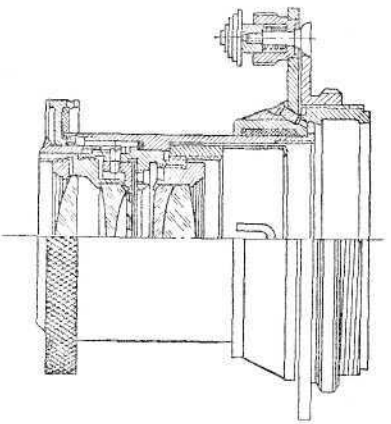


Рис. 55. Объектив «Индустар-22»

Фотообъектив «Юпитер-3»

Фотографический объектив «Юпитер-3» (рис. 56) предназначен для малоформатных камер «Зоркий» и «Киев». Объектив представляет собой семилинзовую несимметричную систему. Средний и задний компоненты состоят каждый из трех склеенных между собой линз.

Наряду с очень высокой светосилой в объективе хорошо корригированы аберрации.

Оптика объектива просветлена, причем наружные поверхности линз объектива имеют особо прочную просветляющую пленку*, дающую возможность без серьезных опасений производить их чистку.

Объектив выпускается в двух вариантах переходной оправы. В объективах, предназначенных для камеры «Зоркий», переходная оправа соединяется с камерой при помощи резьбы и обеспечивает автоматическую связь перемещений объектива с дальномером; в объективах для камеры «Киев» переходная оправа снабжена штыковым замком.

---

* Прочная просветляющая пленка на наружных поверхностях линз, позволяющая без особых предосторожностей производить чистку объективов, нанесена на всех объективах серии «Юпитер».

Точность изготовления обеспечивает полную взаимозаменяемость объективов без дополнительной юстировки.

Объектив используется в основном при пониженной освещенности объекта съемки.

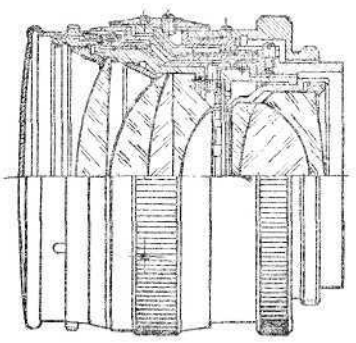


Рис. 56. Объектив «Юпитер-3»

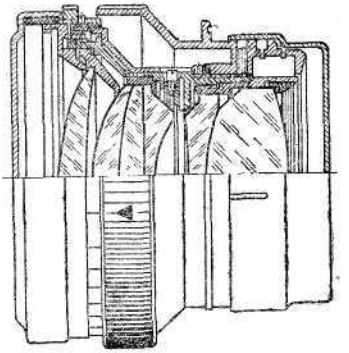


Рис. 57. Объектив «Юпитер-8»

Техническая характеристика

Фокусное расстояние (в миллиметрах)	52,45
Относительное отверстие	1:1,5
Угол поля изображения	45°
Шкала относительных отверстий	1:1,5; 1:2; 1:2,8; 1:4; 1:5,6; 1:8; 1:11; 1:16; 1:22
Диапазон шкалы расстояний:	
в оправе для камеры «Зоркий»	от 1 *м* до ∞
» » » » «Киев»	от 0,9 *м* до ∞
Разрешающая способность в линиях на 1 *мм*:	
в центре поля	30
по краям поля	16

Фотообъектив «Юпитер-8»

Объектив «Юпитер-8» (рис. 57) представляет собой сложный светосильный объектив, предназначенный для малоформатных камер «Зоркий» и «Киев».

Объектив состоит из шести линз. Средний компонент склеен из трех линз, а задний — из двух. Наряду с высокой светосилой в объективе в значительной мере устранены хроматическая и сферическая аберрации, астигматизм и кривизна поля изображения.

Оптика объектива просветлена.

Выпускается в оправах для фотоаппаратов «Зоркий» и «Киев».

Применяется для различного вида съемок (пейзажей, спортивных моментов, небольших групп и пр.) как при низкой освещенности объектов, так и в обычных условиях.

Техническая характеристика

Фокусное расстояние (в миллиметрах)	52,4
Относительное отверстие	1:2
Угол поля изображения	45°
Шкала относительных отверстий	1:2; 1:2,8; 1:4; 1:5,6; 1:8; 1:11; 1:16; 1:22
Диапазон шкалы расстояний:	
в оправе для камеры «Зоркий»	от 1 *м* до ∞
» » » «Киев»	от 0,9 *м* до ∞
Разрешающая способность в линиях на 1 *мм*:	
в центре поля	32
по краям поля	16

Фотообъектив «Юпитер-9»

Объектив «Юпитер-9» (рис. 58) предназначен для малоформатных камер «Зоркий» и «Киев». Представляет собой сложный светосильный анастигмат, состоящий из семи линз. Средний и задний компоненты содержат по три склеенные между собой линзы. По коррекции аберраций этот объектив не отличается от объектива «Юпитер-8».

Оптика объектива просветлена.

Выпускается в оправах двух видов применительно к фотоаппаратам «Зоркий» и «Киев».

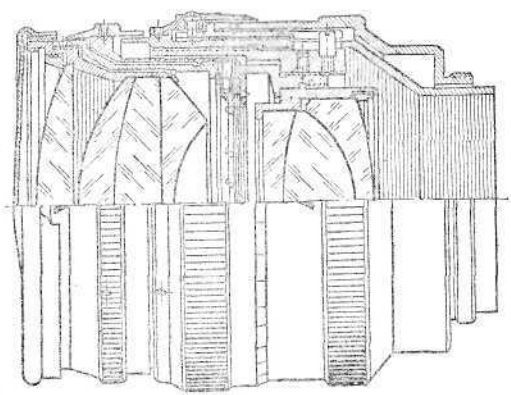


Рис. 58. Объектив «Юпитер-9»

Благодаря малому углу поля изображения используется при портретных съемках малоформатными камерами, а также при необходимости получения изображений удаленных предметов более крупным планом.

Техническая характеристика

Фокусное расстояние (в миллиметрах)	85
Относительное отверстие	1:2
Угол поля изображения	28°
Шкала относительных отверстий	1:2; 1:2,8; 1:4; 1:5,6; 1:8; 1:11; 1:16; 1:22
Диапазон шкалы расстояний	от 1,15 *м* до ∞
Разрешающая способность в линиях на 1 *мм*:	
в центре поля	30
по краям поля	14

Фотообъектив «Юпитер-11»

Телеобъектив «Юпитер-11» (рис. 59) предназначен для малоформатных камер «Зоркий» и «Киев». Представляет собой четырехлинзовый анастигмат.

Оптика объектива просветлена.

Выпускается в переходных оправах для фотоаппаратов «Зоркий» и «Киев».

Переходная оправа, предназначенная для камеры «Киев», снабжена байонетом со штыковым замком, при помощи которого быстро укрепляется на камере.

Оправа объектива, предназначенная для фотографического аппарата «Зоркий», соединяется с последней при помощи резьбы.

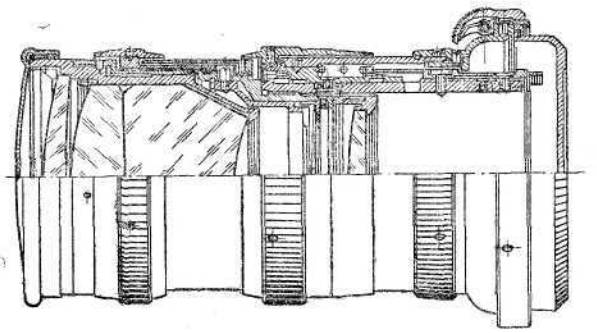


Рис. 59. Объектив «Юпитер-11»

Этот объектив, как и ранее описанные, взаимозаменяем на камере.

Благодаря высокой разрешающей способности и большому фокусному расстоянию «Юпитер-11» является незаменимым при фотографировании сильно удаленных предметов.

Техническая характеристика

Фокусное расстояние (в миллиметрах)	135
Относительное отверстие	1:4
Угол поля изображения	18°
Шкала относительных отверстий	1:4; 1:5,6; 1:8; 1:11; 1:16; 1:22
Диапазон шкалы расстояний:	
в оправе для камеры «Зоркий»	от 2,5 *м* до ∞
» » » » «Киев»	от 1,5 *м* до ∞
Разрешающая способность в линиях на 1 *мм*:	
в центре поля	34
по краям поля	18

Фотообъектив «Юпитер-12»

Фотообъектив «Юпитер-12» (рис. 60) предназначен для малоформатных камер «Зоркий» и «Киев». Представляет собой полусклеенный шестилинзовый широкоугольный анастигмат.

Техническая характеристика

Фокусное расстояние (в миллиметрах)	35,7
Относительное отверстие	1:2,8
Угол поля изображения	62°50′
Шкала относительных отверстий	1:2,8; 1:4; 1:5,6; 1:8; 1:11; 1:16; 1:22
Диапазон шкалы расстояний:	
в оправе для камеры «Зоркий»	от 1 *м* до ∞
в оправе для камеры «Киев»	от 0,9 *м* до ∞
Разрешающая способность в линиях на 1 *мм*:	
в центре поля	34
по краям поля	14

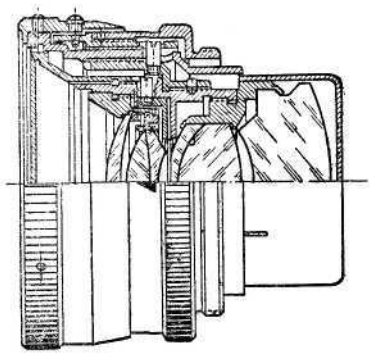


Рис. 60. Объектив «Юпитер-12»

Оптика объектива просветлена. Выпускается в двух переходных оправах применительно к камерам «Зоркий» и «Киев».

Благодаря очень хорошему качеству даваемого им изображения и большому углу поля изображения применяется при фотографировании пейзажей, архитектурных ансамблей.

Таблица 8

Характеристика некоторых советских фотообъективов, применяемых в практике фотографических работ

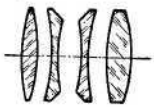
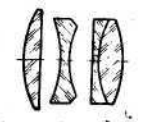
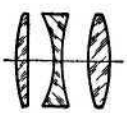
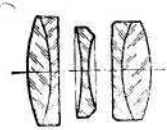
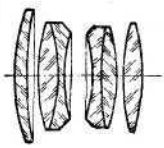
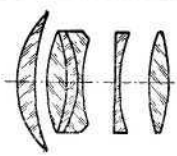
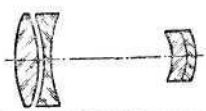
Название объектива	Оптическая схема	Фокусное расстояние (в миллиметрах)	Относительное отверстие	Угол поля изображения (в градусах)	Разрешающая способность в линиях на 1 мм		Применяется на камерах
					в центре поля	по краям поля	
«Ортагоз»		135	1:4,5	58	30	14	«Фотокор № 1»
«Индустар-7»		105	1:3,5	55	28	14	«Турист»
«Индустар-11»		300 450 600 900 1200	1:9	45	35	14	Репродукционные камеры
«Индустар-13»		300	1:4,5	56	24	8	«ФК»
«Индустар-51»		210	1:4,5	56	32	8	«ФК»
«Т-21»		80	1:6,3	55	28	12	«Комсомолец»
«Т-22»		75	1:4,5	60	28	12	«Любитель»

Таблица 9

Характеристика фотообъективов иностранных фирм, применяемых в практике фотографических работ

Название объектива	Оптическая схема	Относительное отверстие	Фокусное расстояние (в *мм*)
«Гелиар»		1:3,5 1:4	50; 75; 105; 135; 180; 210 50; 75; 105; 135; 180; 210; 300
«Биотар»		1:1,4 1:2	50; 75 45; 80
«Тессар»		1:2,7 1:3,5 1:4,5	25; 35; 50; 80; 100; 120; 125; 145; 165 28; 35; 40; 50; 75; 105; 135; 210; 300 28; 40; 50; 75; 80; 105; 135; 210; 300
«Эрностар»		1:1,8 1:2,8	50 75
«Теле-Тессар»		1:6,3	180

МЕХАНИЗМЫ И УЗЛЫ ФОТОАППАРАТА

Фотографические затворы

Дисковый затвор

Дисковый затвор изображен на рис. 61. Затвор этого типа установлен, в частности, на детской камере «Лилипут». Затвор состоит из вращающегося на оси металлического сектора *2* с отверстием, который приводится в движение пружиной *3*, связанной со спусковым рычагом *1*.

Полный цикл работы затвора (открытие, выдержка, закрытие) происходит при перемещении сектора в одном направлении.

Затворы этого типа производят одну постоянную моментальную выдержку (в большей части $^1/_{25}$ или $^1/_{50}$ сек.) и позволяют делать выдержку «от руки» путем остановки вращения сектора в фазе открытия при помощи отгибки *4* на секторе и отгибки *5* на рычаге установки выдержки *6*.

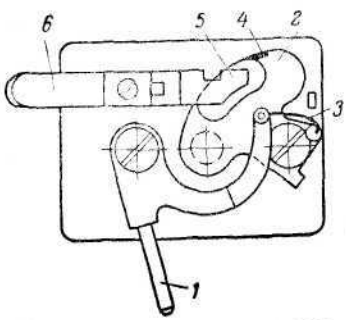


Рис. 61. Дисковый затвор

Центральные затворы

Центральные затворы выпускаются двух типов — «ГОМЗ» и «Темп». На рис. 62 показан центральный затвор типа «ГОМЗ». Он состоит из двух стальных серпообразных лепестков *А* и *Б*, укрепленных на осях. Лепестки, будучи связанными с пружиной и спусковым рычагом, открывают и закрывают отверстие объектива. Принцип работы затвора легко уяснить из имеющейся на рис. 63 схемы: лепесток *А*, укрепленный на оси, натянут пружиной *5* и соединен с другим лепестком *Б* при помощи рычага *3* и кулисы *4*.

Лепестки приводятся в действие связанным с приводным механизмом затвора рычагом *1*, который давит на плечо *2*.

Скорость работы затвора регулируется натяжением пружины приводного механизма.

Обычно затворы типа «ГОМЗ» производят автоматически три выдержки ($^1/_{25}$, $^1/_{50}$ и $^1/_{100}$ сек.), а также дают возможность производить выдержки «от руки». Устанавливались на камерах простейших конструкций («Арфо», «Фотокор № 1» и др.).

Центральный затвор типа «Темп» (рис. 64) представляет собой наиболее совершенный тип центрального затвора.

Принцип работы затвора сводится к следующему: заводное кольцо *1*, вращающееся вокруг тубуса под действием пружины *2*, удерживается во взведенном состоянии собачкой *3*. При нажатии на спусковой рычаг *4* собачка *3* выходит из зацепления с заводным кольцом, которое, вращаясь, нажимает укрепленным на нем кулачком *6* на двуплечий рычаг *6*, связанный с кольцом-кулисой,

открывающим лепестки затвора. Полный цикл работы затвора (открытие, выдержка и закрытие) происходит в пределах 30° поворота заводного кольца на тубусе. Изменение выдержек затвора происходит за счет торможения заводного кольца анкерным регулятором.

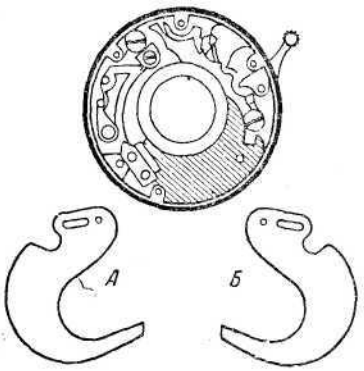


Рис. 62. Центральный затвор типа «ГОМЗ»

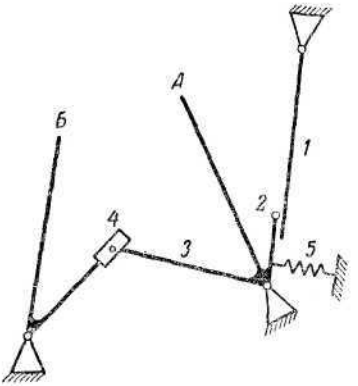


Рис. 63. Кинематическая схема затвора типа «ГОМЗ»

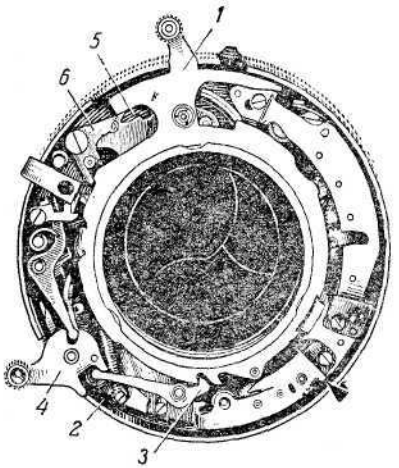


Рис. 64. Затвор типа «Темп» во взведенном состоянии

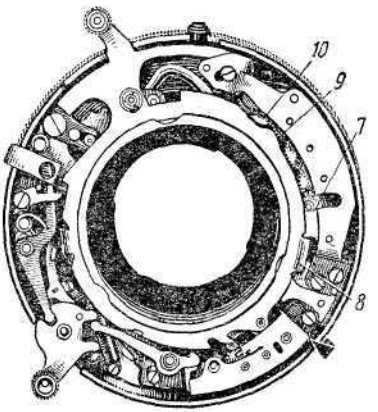


Рис. 65. Затвор типа «Темп» в момент работы на замедленной выдержке

На рис. 65 изображен механизм затвора в момент работы на замедленной выдержке. Вращение заводного кольца в момент полного открытия лепестков останавливается сектором *7* анкерного механизма, который под усилием давления отгибки *8* на заводном кольце медленно проворачивается. Оттолкнув сектор до

конца, заводное кольцо проскальзывает дальше, завершая полный рабочий цикл.

Время автоматических выдержек зависит от установленного положения сектора анкерного регулятора и от степени зацепления анкерного колеса *9* с анкером *10*. В диапазоне выдержек от 1 до $^1/_{10}$ сек. механизм торможения работает с включенным анкером, а с $^1/_{25}$ сек. и далее анкер выключается и торможение происходит за счет проворачивания шестерен. На самых коротких выдержках выключаются и последние.

Установка необходимых положений сектора и зацепления анкера производится при помощи регулировочного кольца (рис. 66),

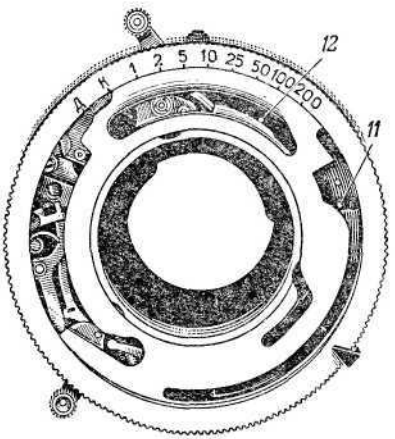


Рис. 66. Затвор типа «Темп» с установленным регулировочным кольцом

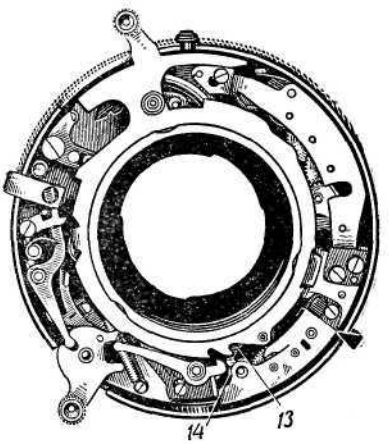


Рис. 67. Затвор типа «Темп» в момент работы механизма самосъемки

снабженного кривыми сложного профиля, по которым скользят штифты *11* и *12*, укрепленные на секторе и на рычаге анкера. Многие затворы подобного типа снабжаются дополнительно механизмом самосъемки. Принцип действия этого механизма заключается в том, что собачка *13* (рис. 67), подвижно укрепленная на заводном кольце, при взводе затвора входит в зацепление с кулачком *14* анкерного механизма торможения. При нажатии на спусковой рычаг заводное кольцо через собачку *13* начинает проворачивать кулачок *14*. При повороте кулачка на $^1/_3$ оборота, на который уходит до 10—12 сек. работы анкерного тормоза, собачка и кулачок расцепляются и заводное кольцо производит свой рабочий ход.

В настоящее время на камерах «Москва-1», «Москва-2», «Москва-3» устанавливаются центральные затворы типа «Момент». Эти затворы принципиально не отличаются от затворов типа «Темп».

Шторные затворы

Шторные затворы основаны на едином принципе действия. Однако предназначенные для различных камер отличаются между собой некоторыми конструктивными особенностями. На рис. 68 схематически изображен шторный затвор для камеры «Зоркий».

Затвор представляет собой шелковую прорезиненную светонепроницаемую заслонку со щелью переменной ширины, проходящую перед светочувствительным слоем во время действия затвора.

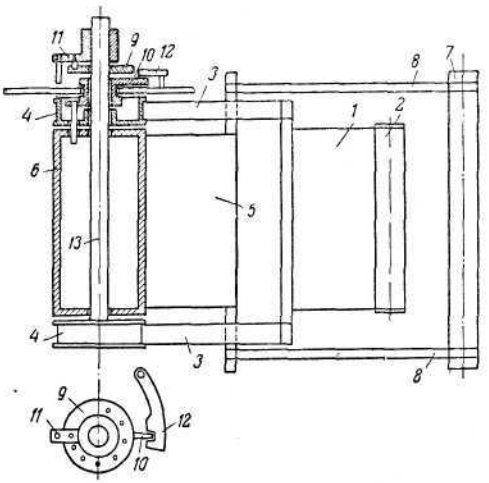


Рис. 68. Схема шторного затвора фотоаппарата «Зоркий»

Шторка затвора состоит из двух частей. Первая шторка *1* концом своим укреплена на натяжном валике *2*, а другим концом при помощи шелковых тесемок *3* к шкивам *4* оси механизма выдержек. Вторая шторка *5* укреплена на свободно вращающемся барабане *6* и соединена с натяжным валиком *7* посредством тесемок *8*.

Регулирование ширины щели производится при помощи распределительного механизма.

Принцип действия затвора сводится к следующему. Обе шторки взводятся в исходное положение с некоторым наложением одной на другую, обеспечивающим достаточную светонепроницаемость. В момент спуска затвора собачка *12* опускается вниз и захватывает зубом кулачок *10*, который связан штифтом с барабаном второй шторки *6*, а ось *13* с жестко укрепленными на ней шкивами *4* начинает вращаться под действием пружины натяжного валика *2*, соединенного с ними шторкой и тесемками, в результате чего шторка открывает часть кадра. Укрепленный на оси и имеющий возмож-

ность менять свои положения кулачок *11*, вращаясь, ударяет по собачке *12*, в результате чего она освобождает кулачок *10*, и вторая шторка, укрепленная на барабане *6*, закрывает кадровое окно.

Положения кулачка *11* фиксируются имеющимся на нем штифтом в отверстиях диска экспозиций *9*.

Диапазон перемещений кулачка позволяет изменять ширину щели между шторками от 3 до 40 *мм*, что обеспечивает возможность получения автоматических выдержек в диапазоне от $^1/_{20}$ до $^1/_{500}$ сек.

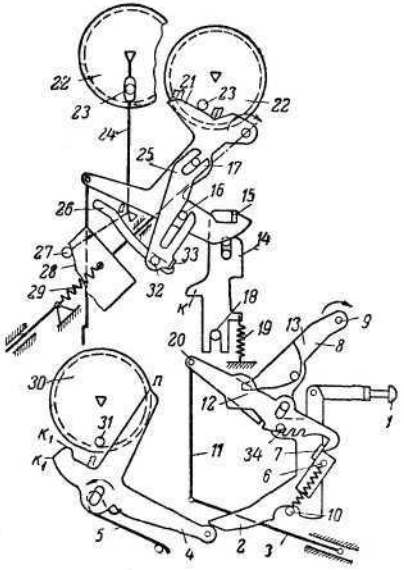


Рис. 69. Схема шторного затвора фотоаппарата «Спорт»

Шторный затвор фотоаппарата «Спорт» представляет собой конструкцию из цельнометаллических шторок, перемещающихся при помощи кривошипно-шатунного механизма.

На рис. 69 представлена развернутая конструктивная схема затвора: спусковая кнопка *1* связана шарниром со спусковым рычагом *2*, на котором укреплена колодка *6* с отгибкой *7*.

Движение рычага *2* ограничивается упором *10*.

Рычаг зеркала *4* находится под давлением пружины *5* и в заведенном состоянии стремится вращаться по направлению, указанному стрелкой. Во взведенном состоянии рычаг *4* удерживается рычагом *2*. Нижняя шторка *3* соединена тягой *11* с рычагом *8*, вращающимся на оси *9*. Рычаг *12*, удерживаемый пружиной *13* в нижнем положении, соединен шарниром *20* с рычагом *8*. Рычаг *14* обладает возможностью вертикального перемещения в направляющих *18*; отгибка *15* служит упором для рычага *21* верхней шторки, а отгибка *K* является упором рычага зеркала *13* в его поднятом положении. Пружина *19* удерживает рычаг *14* в нижнем положении.

По направляющим штифтам *16* и *17* рычага *21* перемещается ползунок *25*, снабженный отгибкой *33* и пальцем *32*, который определяет движение ползунка *25* по шлицу кулисы *26*.

На кулисе *26* укреплена ступенчатая колодка *28*, фиксирующаяся на пальце *27* рычага выдержек *24* при помощи пружины *29*.

Взвод затвора производится поворотом заводной головки, соединенной с шестерней *22* с укрепленным на ней пальцем *23*. При этом шестерня *30*, находящаяся в зацеплении с шестерней *22*, нажимает пальцем *31* на площадку *nn*, опускает зеркало и упирает-

ся после взвода в площадку *к'к'*, а палец *23* шестерни *22*, упирая в площадку *mm*, отводит рычаг *21* вниз.

Моментальные выдержки получают установкой необходимой ширины щели между шторками.

Вращением головки управления рычаг *24* поворачивается вокруг точки *0*. В это же время палец *27* перемещает кулису до встречи отгибки *33* ползунка с одним из выступов рычага *12* и, поднимая его, выводит из зацепления с отгибкой *7*. Отгибка *33* фиксируется в это время между выступом в рычаге *20* и прорезью рычага *12*. В результате этого обеспечивается установка необходимой ширины щели. Образование щели в момент работы затвора происходит следующим образом. При нажатии на спусковую кнопку *1* рычаг *2* поворачивается вокруг оси *34*, устанавливая отгибку *7* на пути движения рычагов *8* и *12*, а рычаг зеркала выходит из зацепления и в конце своего движения поднимает рычаг *15*, освобождая рычаг *21* верхней шторки. Получив вращение, рычаг *21* увлекает за собой ползунок *25*, который своей отгибкой поднимает рычаг *12*, выводя его из зацепления с отгибкой *7*, и, наконец, заклинивается между рычагами *8* и *12*, образуя щель между шторками.

За время прохождения полного пути верхней шторкой палец *32* ползунка *25* выходит на прямую часть щели кулисы и выводит из зацепления отгибку *33*, в результате чего нижняя шторка продолжает движение и закрывает щель.

Механизм затвора позволяет автоматически производить выдержки в диапазоне от $^1/_{25}$ до $^1/_{500}$ сек., а также выдержки «от руки». В отличие от других типов затворов, затвор фотоаппарата «Спорт» обладает большой морозостойкостью, обеспечивая нормальную работу даже при очень низких температурах.

Шторный затвор фотоаппарата «Киев» изображен на рис. 70.

Шторки *1* и *2* затвора состоят из ряда металлических профилированных полос, шарнирно соединенных между собой.

Принцип работы затвора следующий. Шторки с укрепленными на них барабанами *3* и *4* устанавливаются на осях между стенками корпуса *5*. Нижний барабан *4* внутри снабжен спиральными пружинами, которые обеспечивают натяжение каждой в отдельности шторки. Шторки соединены между собой и с барабанами тесемками *6* и *7*. При помощи шестерни *8* и серии шестерен *11* шторки соединены с механизмами анкерного торможения *9* и *10* и с механизмом взвода и регулировки ширины щели *17*, *18*.

При вращении заводного барабана *12* шторка *1* наматывается на барабан *3* и благодаря наличию захватов увлекает за собой шторку *2*, которая, дойдя до упора *13*, останавливается и одновременно освобождается от захватов. Вследствие этого между шторками образуется щель, размеры которой зависят от величины дальнейшего вращения барабана *3*.

Во взведенном состоянии шторка *1* фиксируется в замке *14* фланца *19* заводного барабана *12* имеющимся на торце шестерни *15* фиксатором, а шторка *2* захватывается крюком *16* в момент остановки ее упорами.

Размеры щели между шторками регулируются за счет различной степени поворота заводного барабана *12*, фиксирующего свои положения штифтом *17* в шлицах кольца выдержек *18*.

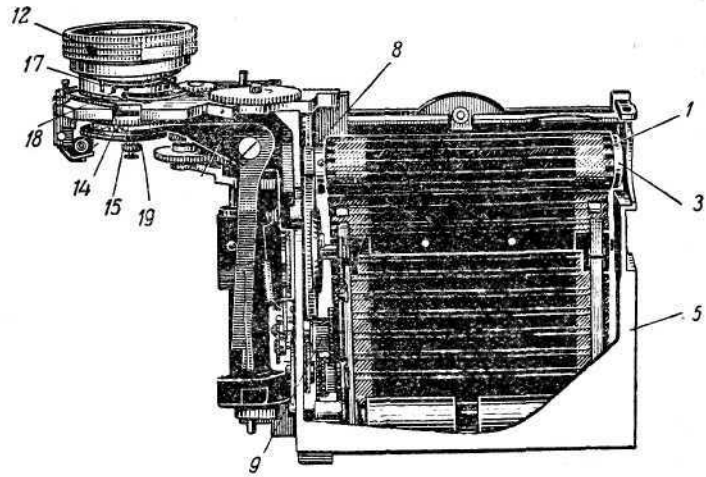


Рис. 70а. Шторный затвор фотоаппарата «Киев» (вид спереди)

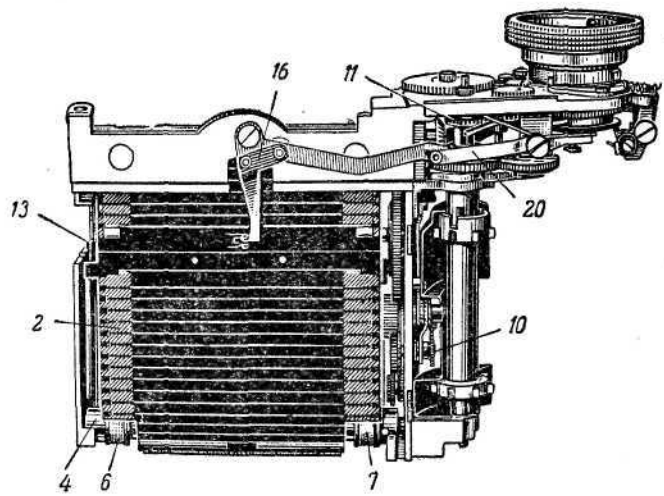


Рис. 70б. Шторный затвор фотоаппарата «Киев» (вид сзади)

При нажатии на спусковую кнопку фланец *19*, связанный с ней, опускается и нажимает на рычаг *20*, который в свою очередь поворачивает крюк *16*, освобождающий шторку *2*. Одновременно фланец освобождает из замка и шестерню *15*, в результате чего шторки получают возможность наматывания на натяжной барабан *4*.

Величина выдержек регулируется путем изменения ширины щели и скорости движения шторок. Достигаются эти изменения действием механизмов анкерного торможения *9* и *10*, связанных с шестерней барабана *3*.

В зависимости от положения заводного барабана относительно кольца выдержек *18* в работу включаются один или оба механизма анкерного торможения, меняя степень зацепления анкерных колес с анкерами.

Благодаря сложной комбинации взаимных функций между изменением ширины щели и степенью торможения шторок затвор обеспечивает возможность получения автоматических выдержек в диапазоне от $^1/_2$ до $^1/_{1250}$ сек.

Дальномеры

Фотографические аппараты, как правило, снабжаются монокулярными дальномерами (дальномеры, предназначенные для наблюдения одним глазом).

Принцип действия дальномеров показан на упрощенной схеме рис. 71.

Светоделящая поверхность *A*, представляющая собой стеклянную пластинку с нанесенным на нее тонким слоем серебра или золота, отражает примерно половину падающего на нее света и такое же количество пропускает. Предмет *C*, видимый глазом через эту поверхность, находится от нее на некотором расстоянии. Если установить зеркало *B* на известном расстоянии от плоскости *A*, то при определенном его положении можно наблюдать, кроме видимого через светоделитель *A* предмета *C*, и его изображение, полученное благодаря отражению от поверхностей *B* и *A*. Поворотами зеркала *B* можно добиться полного наложения отраженного изображения и предмета в поле зрения.

В полученном треугольнике *ABC* сторона *AB*, называемая базой дальномера, известна. Угол α, образуемый отраженным от предмета лучом *BC* и лучом *AC* и называемый параллактическим углом, может быть легко измерен. Зная эти величины, нетрудно определить искомое расстояние *AC*, пользуясь известными формулами тригонометрии. Однако производить эти вычисления в процессе съемки крайне неудобно, поэтому на шкале дальномеров вместо измеренных параллактических углов α нанесены готовые данные расстояний, а сам дальномер связан посредством механической передачи с объективом, который автоматически устанавливается на необходимую дистанцию при наводке дальномера на объект съемки.

Ниже приводятся конструкции и принцип действия дальномеров, устанавливаемых на фотоаппаратах «Зоркий», «Москва-2» и «Киев».

Дальномер фотоаппарата «Зоркий»

Схема дальномера фотоаппарата «Зоркий» представлена на рис. 72.

Дальномер состоит из светоделительной пластинки *1*, отражающей призмы *2*, оптического клина *3* и защитных стекол *4* и *5*. База дальномера 38 *мм*. Работа дальномера согласована с перемещениями объектива посредством механической передачи. Принцип действия дальномера сводится к следующему. Лучи, отражающиеся

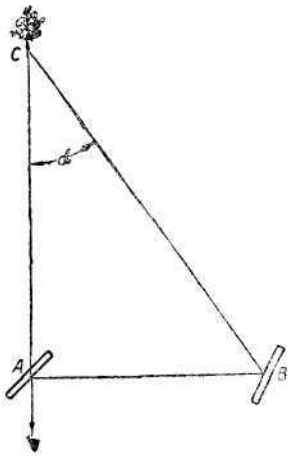


Рис. 71. Упрощенная схема дальномера

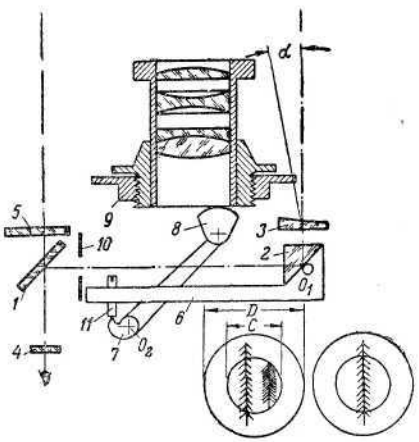


Рис. 72. Схема дальномера фотоаппарата «Зоркий»

от предмета, на который производится наводка, проходят через защитное стекло *5*, светоделительную пластинку *1* и видны через смотровое окно *4*. Другая часть лучей, падающая на призму *2*, отражается в сторону светоделительной пластинки *1*, которая в свою очередь отражает их в направлении смотрового окна *4*.

Таким образом, в центральной части поля зрения дальномера *D*, ограниченного диаметром защитного стекла *5*, кроме изображения наблюдаемого предмета, образуется второе его изображение за счет отражения от призмы и светоделительной пластинки.

Для более четкого разделения прямо наблюдаемого и отраженного изображений пучок отраженных от призмы *2* лучей ограничивается диафрагмой *10*, благодаря чему отраженное изображение наблюдается только в кружке *C*, составляющем половину диаметра всего поля зрения дальномера.

Совмещение изображений до полного их наложения достигается за счет поворота призмы *2* вокруг оси O_1. Передача движения от объектива к призме производится следующим образом.

Объектив *9*, перемещающийся в многозаходной резьбе, связан с кулачком *7* при помощи рычага и кулачка *8*, скользящего по торцу объектива. В зависимости от степени перемещения объектива,

кулачок *7* поворачивается вокруг оси O_2 и, нажимая зубом на торец винта *11*, поворачивает рычаг *6* с укрепленной на нем призмой. Оптический клин *3* введен в конструкцию с целью устранения двоения изображения по высоте при юстировке дальномера.

Схема дальномера фотоаппарата «Зоркий» отличается от схемы дальномера «ФЭД» лишь расчетом кинематики, который позволяет применять на камере без дополнительной юстировки сменные объективы всевозможных типов.

Благодаря применению на светоделителе дальномера отражающей пленки нового типа, повышающей цветной контраст между изображениями, качество изображения в дальномере фотоаппарата «Зоркий» значительно лучше качества изображения в дальномерах других типов.

Дальномер фотоаппарата «Москва-2»

Схема дальномера фотоаппарата «Москва-2» изображена на рис. 73.

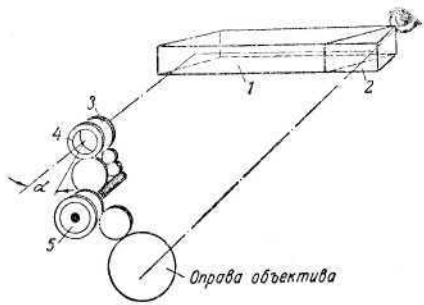


Рис. 73. Схема дальномера фотоаппарата «Москва-2»

Дальномер состоит из блока призм *1* и *2*, склеенных между собой, и клинового компенсатора *3* и *4*, механически связанного с объективом. Светоделительный слой нанесен в плоскости склейки призм. База дальномера 65 *мм*.

Совмещение двойного изображения, наблюдаемого с двух концов базы дальномера, осуществляется изменением параллактического угла при помощи клинового компенсатора, состоящего из двух клиньев, вращающихся во взаимно противоположных направлениях.

Вращение клиньям передается от рукоятки *5* через систему шестеренок. Одновременно с поворотом клиньев вращается и объектив в резьбе, обеспечивая полное соответствие установки на определенное расстояние с изменением параллактического угла дальномера.

Дальномер фотоаппарата «Киев»

Дальномер фотоаппарата «Киев» работает спаренно с объективом и соединен в одном поле зрения с видоискателем, что обеспечивает высокую точность фокусировки объектива в момент съемки. Эта точность фокусировки достигается также благодаря большой базе дальномера, составляющей 90 *мм*. Схема дальномера приведена на рис. 74.

Блок призм *1* и *2*, склеенных между собой, имеет светоделительный слой в плоскости склейки. Линзы *3* и *4* составляют телескопический видоискатель с увеличением 0,7 ×*. Изменение параллакти-

* Изображение, уменьшенное до 0,7 натуральной величины.

ческого угла производится клином с переменным углом отклонения, состоящим из двух половин *5* и *6*, одна сторона у которых плоская, а другая имеет цилиндрическую поверхность. В результате при вращении сегмента *5* вокруг центра окружности, создаваемой цилиндрической поверхностью, наружные плоскости взаимно наклоняются, образуя клин.

Механическая связь с дальномером осуществляется следующим образом.

Тубус оправы *7* объектива на вершинах многозаходной резьбы имеет зубчатую нарезку, посредством которой он соединен с ше-

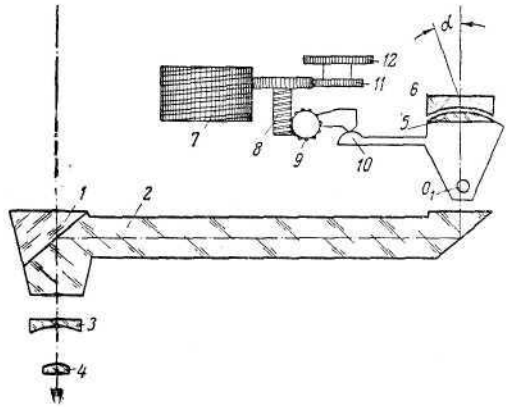


Рис. 74. Схема дальномера фотоаппарата «Киев»

стерней *8*. Последняя, имея хвостовик с червячной резьбой, соединена шестерней *9* с кулачком, перемещающим рычаг *10* с укрепленным на нем сегментом *6* клина.

Совмещение изображений в поле зрения дальномера и одновременно установка объектива на соответствующую дистанцию производятся вращением зубчатого колеса *12*, выступающего из корпуса камеры, связанного с шестерней *11*, передающей вращение всей системе.

Видоискатели

Выбор наиболее выгодной точки съемки и компоновка элементов снимаемого объекта по матовому стеклу значительно усложняют процесс подготовки к съемке, требуя установки аппарата на штатив и последующей после наводки на резкость замены матового стекла кассетой с фотографической пластинкой.

Видоискатели, укрепляемые обычно на наружной части аппарата, позволяют быстро наводить аппарат на снимаемый объект и компоновать кадр при полной подготовленности фотоаппарата к съемке, а также наблюдать за объектом непосредственно в момент съемки. Особое значение видоискатели приобретают при фотогра-

фировании с рук различных как движущихся, так и неподвижных объектов. Ниже рассматривается ряд наиболее распространенных типов видоискателей.

Рамочный видоискатель

Рамочный видоискатель (рис. 75) состоит из двух рамок, ограничивающих поле наблюдения углом зрения, соответствующим углу поля изображения аппарата. Очень удобен при фотографировании массовых спортивных моментов: он позволяет фотографу при

Рис. 75. Рамочный видоискатель

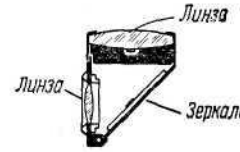


Рис. 76. Зеркальный видоискатель

непосредственном наблюдении за снимаемым объектом следить за обстановкой вне поля зрения аппарата. Обычно монтируется на камере в виде выдвижных или откидных рамок. Рамочный видоискатель устанавливается на камерах «Фотокор», «Турист», «Любитель» и др.

Зеркальный видоискатель

Зеркальный видоискатель (рис. 76) состоит из двух собирательных линз и зеркала. Видоискатель дает зеркально обращенное изображение и в исключительно малых размерах, что лишает фотографа возможности правильно судить об изображении на пленке, а необходимость наблюдения за изображением сверху требует установки аппарата на уровне груди, что ведет к искажению перспективы.

Зеркальный видоискатель широко применялся на камерах старых образцов. Принципиальная оптическая схема видоискателя подобного типа применена в камерах «Комсомолец» и «Любитель», где удовлетворительное качество изображения достигнуто за счет большого увеличения габаритов видоискателя.

Телескопический видоискатель

Телескопический видоискатель (рис. 77) состоит из положительной и отрицательной линз, представляя собой обращенную систему галлилеевского бинокля. Видоискатель дает действительное изображение. Масштаб изображения получается уменьшенным, колеблясь от 0,4 x до 0,75 x в зависимости от конструкции.

Телескопический видоискатель получил наибольшее распространение: устанавливается на большинстве современных фотоаппаратов, в частности, на фотоаппаратах типа «Москва», «Зоркий», «Киев» и др.

Зеркально-телескопический универсальный видоискатель

Схема оптики этого видоискателя (рис. 78) та же, что и телескопического видоискателя, с тем лишь отличием, что передняя отрицательная линза склеена из двух линз, в плоскости склейки которых нанесен зеркальный слой с 50% светопропусканием, а в плоскости

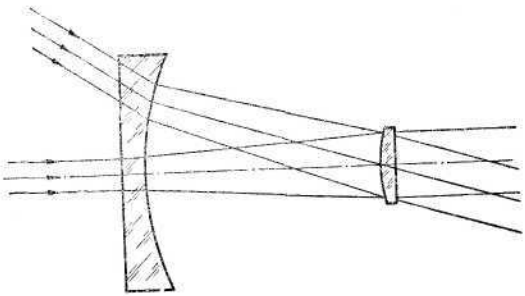


Рис. 77. Телескопический видоискатель

задней линзы вмонтирована прозрачная пластинка (марка) с выгравированными и заполненными белой краской рамками.

Благодаря этим конструктивным особенностям в поле зрения видоискателя четко виден ряд рамок, образованных отражением

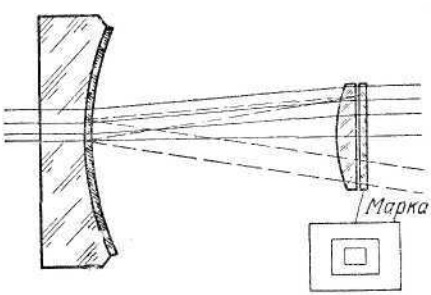


Рис. 78. Зеркально-телескопический универсальный видоискатель

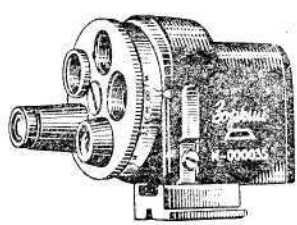


Рис. 79. Универсальный видоискатель

изображения марки зеркалом передней линзы. Зеркально-телескопические универсальные видоискатели устанавливаются на фотоаппаратах, допускающих смену объективов (в частности, на камере «Ленинград»). Выпускается также в виде приставного визира для некоторых типов камер.

Универсальный видоискатель «ВУ»

Универсальный видоискатель «ВУ» (рис. 79) представляет собой телескопическую систему с оборачивающей призмой, сеткой с перекрестием и рамкой в фокусе окуляра. Объективы видоискате-

ля вмонтированы в револьверный диск, позволяющий быстро устанавливать видоискатель на угол зрения, соответствующий углу изображения установленного объектива.

Устанавливается на малоформатных камерах «Зоркий» и «Киев» при пользовании сменными объективами с различными фокусными расстояниями (F = 28; 35; 50; 85 и 135 *мм*).

Классификация фотоаппаратов

Фотографическая аппаратура с точки зрения конструктивных особенностей исключительно разнообразна; при этом нередко в конструкции одного аппарата сочетаются признаки нескольких принципиально отличных друг от друга типов фотоаппаратов. Ввиду этого фотоаппараты классифицируют как по видам применяемого негативного материала, так и по конструктивным признакам.

По характеру применяемого негативного материала фотоаппараты делятся на три группы: 1) пластиночные, 2) широкопленочные, 3) кинопленочные, или малоформатные.

Пластиночные фотоаппараты составляют группу камер, предназначенных для фотографирования на пластинках и на плоской форматной пленке («Арфо», «ЭФТЭ», «Фотокор № 1», «Турист», «Репортер», «Москва-3»).

При наличии специальных приставок — адаптеров — пластиночными фотоаппаратами можно производить съемку на роликовой пленке.

Широкопленочные фотоаппараты предназначены для фотографирования на роликовой пленке («Комсомолец», «Любитель», «Москва-1», «Москва-2»).

Кинопленочные, или малоформатные фотоаппараты рассчитаны на применение 35-*мм* перфорированной кинопленки («Спорт», «Зоркий», «Зоркий-3», «ФЭД», «Зенит», «Киев», «Киев-III» и др.).

По конструктивным признакам фотоаппараты можно также разделить на три группы: 1) складные камеры; 2) камеры жесткой конструкции; 3) зеркальные камеры.

Складные камеры представляют собой фотоаппараты, у которых несущая часть объектива связана с корпусом аппарата посредством системы рычагов и меха («Арфо», «Фотокор № 1», «Турист», «Репортер», «Москва-1», «Москва-2», и «Москва-3»).

Камеры жесткой конструкции представляют собой нескладывающиеся фотоаппараты («Комсомолец», «Любитель», «Спорт», «Зоркий», «Зоркий-3», «ФЭД», «Киев», «Киев-III»).

В целях создания наибольшей портативности камер они изготовляются небольших размеров с форматом кадра не более 6×6 *см*.

Зеркальные камеры составляют особую по своим конструктивным признакам группу. Они выпускаются в виде складных и жестких конструкций, пленочные и пластиночные.

Схема зеркальной камеры приведена на рис. 80,*а*. Зеркало, установленное в плоскости прохождения лучей между объективом и пластинкой, отражает свет в направлении верхней части камеры, где в горизонтальной плоскости расположено матовое стекло, по

которому и ведется наводка на резкость и компоновка кадра. При нажиме на спусковую кнопку зеркало под действием пружин поднимается кверху, закрывая матовое стекло, затвор автоматически включается и производит необходимую выдержку.

Основное преимущество зеркальных камер заключается в том, что наблюдаемое на матовом стекле изображение получается не в перевернутом, а в нормальном положении (правда, зеркально обращенным слева направо), что в значительной степени облегчает

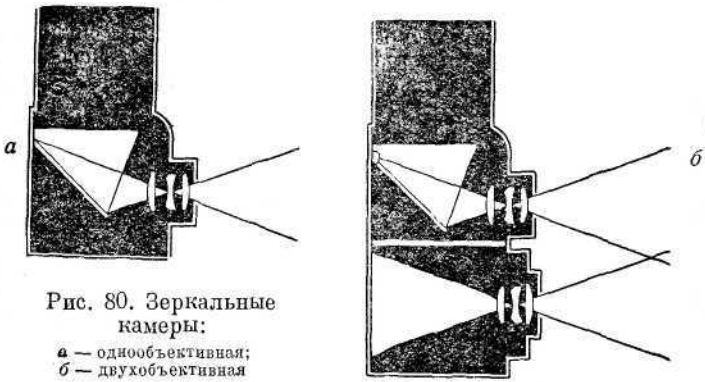


Рис. 80. Зеркальные камеры:
а — однообъективная;
б — двухобъективная

композиционное построение кадра и наводку на резкость, а также позволяет вести наблюдение за изображением непосредственно до момента съемки.

К камерам подобного типа относятся советские фотоаппараты «Спорт» и «Зенит».

Широкое распространение получили двухобъективные зеркальные камеры (рис. 80,*б*). В этих камерах основной объектив предназначен для съемки, а другой, смонтированный на одной планке с основным,— для визирования и наводки на резкость.

Объектив для визирования обычно делается более светосильным, чем основной, благодаря чему значительно облегчается наводка на резкость и визирование.

Дополнительное введение визирной камеры, естественно, влечет к значительному увеличению габаритов фотоаппарата, поэтому для сохранения портативности камер подобного типа формат их кадра обычно не превышает 6×6 *см*.

Ввиду того, что оптические оси объективов находятся на некотором расстоянии друг от друга, в зеркальных камерах при наводке на близко расположенные объекты наблюдается несовпадение между кадром, видимым в видоискателе, и кадром снимка. Для устранения этого недостатка в большинстве камер устанавливается специальное компенсационное устройство — подвижная рамка, ограничивающая кадр на матовом стекле соответственно перемещениям объектива.

К двухобъективным зеркальным камерам относится камера советской конструкции «Любитель».

СОВЕТСКИЕ ФОТОГРАФИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ

Ниже приводится краткая техническая характеристика конструкций и эксплуатационных качеств ряда советских фотоаппаратов.

Пластиночные фотоаппараты

Фотографический аппарат «ЭФТЭ»

Технико-фотографические данные

Тип фотоаппарата — пластиночный, складной.

Формат кадра — 9×12 *см*.

Объектив — перископ 1 : 11 с $F = 13{,}5$ *см*.

Затвор — центральный междулинзовый с автоматическими выдержками $^1/_{25}$, $^1/_{50}$, $^1/_{100}$ сек., выдержкой «от руки» и длительной выдержкой.

Система наводки на резкость — по матовому стеклу и по шкале расстояний.

Видоискатель — рамочный.

Кассеты — металлические, односторонние, вдвижного типа.

Фотоаппарат «ЭФТЭ» является первым советским фотоаппаратом серийного производства (1929 г.).

В настоящее время не выпускается.

Фотографический аппарат «Арфо»

Технико-фотографические данные

Тип фотоаппарата — пластиночный, складной.

Формат кадра — 9×12 *см*.

Объектив — анастигмат «Арфо» 1 : 4,5 с $F = 13{,}5$ *см*.

Затвор—центральный междулинзовый типа «ГОМЗ» с автоматическими выдержками $^1/_{25}$, $^1/_{50}$, $^1/_{100}$ сек., выдержкой «от руки» и длительной выдержкой.

Система наводки на резкость — по матовому стеклу и по шкале расстояний.

Видоискатель — рамочный.

Кассеты — металлические, односторонние, вдвижного типа.

Камера рассчитана на массового фотолюбителя.

В настоящее время не выпускается.

Фотографический аппарат «Фотокор № 1» (рис. 81)

Технико-фотографические данные

Тип фотоаппарата — пластиночный, универсальный, складной.

Формат кадра — 9×12 *см*.

Объектив — «Ортагоз» 1 : 4,5 с $F = 13{,}5$ *см* (см. стр. 66.). Перемещается в объективной стойке в горизонтальном и вертикальном направлениях.

Затвор — центральный, междулинзовый типа «ГОМЗ» с автоматическими выдержками $^1/_{25}$, $^1/_{50}$, $^1/_{100}$ сек., выдержкой «от руки» и длительной выдержкой.

Система наводки на резкость — по матовому стеклу и по шкале расстояний.

Видоискатель — рамочный и зеркальный.

Кассеты — металлические, односторонние, вдвижного типа.

Дополнительное оснащение — фильмпак-адаптер.

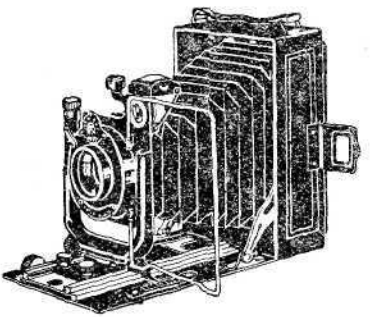


Рис. 81. Фотоаппарат «Фотокор № 1»

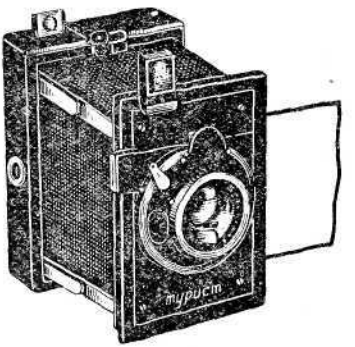


Рис. 82. Фотоаппарат «Турист»

Камера имеет двойное растяжение меха. По своим техническим качествам «Фотокор № 1» удовлетворяет требованиям широких кругов фотолюбителей и профессионалов.

В настоящее время не выпускается.

Фотографический аппарат «Турист» (рис. 82)

Технико-фотографические данные

Тип фотоаппарата — пластиночный, складной.

Формат кадра — 6×9 *см*.

Объектив — «Индустар-7» 1 : 3,5 *см* с $F = 10{,}5$ *см* (см. стр. 66).

Затвор — центральный междулинзовый типа «ГОМЗ» с автоматическими выдержками $^1/_{25}$, $^1/_{50}$, $^1/_{100}$ сек., выдержкой «от руки» и длительной выдержкой.

Система наводки на резкость — по матовому стеклу и по шкале расстояний (перемещением передней линзы объектива).

Видоискатель — рамочный и телескопический.

Кассеты — металлические, односторонние, приставные.

Камера применяется для различных видов любительских работ.

В настоящее время не выпускается.

Фотографический аппарат «Репортер» (рис. 83)

Технико-фотографические данные

Тип фотоаппарата — пластиночный, складной.

Формат кадра — 6,5×9 *см*.

Объектив — «Индустар-7» 1 : 3,5 с $F = 10{,}5$ *см* (см. стр. 66).

Затвор — шторный с диапазоном скоростей от $^1/_5$ до $^1/_{1000}$ сек., выдержкой «от руки» и длительной выдержкой.

Система наводки на резкость— по матовому стеклу и при помощи дальномера с клиновым компенсатором.

Видоискатель — телескопический.

Кассеты — металлические, односторонние, приставные.

Дополнительное оснащение — фильмпак-адаптер, роликовый адаптер, сменные объективы с штыковой оправой.

Рис. 83. Фотоаппарат «Репортер»

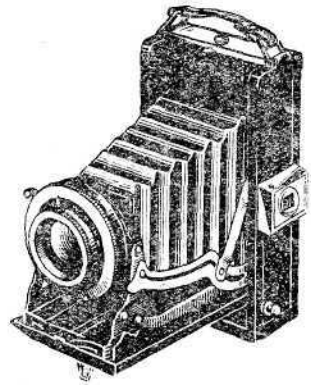


Рис. 84. Фотоаппарат «Москва-3»

Фотоаппарат «Репортер» предназначен для фоторепортажа, технических и прочих видов съемки.

В настоящее время не выпускается.

Фотографический аппарат «Москва-3» (рис. 84)

Технико-фотографические данные

Тип фотоаппарата — пластиночный, складной.

Формат кадра — 6,5×9 *см*.

Объектив — «Индустар-23» 1 : 4,5 с $F = 110$ *мм* (см. стр. 57).

Затвор — центральный междулинзовый «Момент-5» (типа «Темп») с диапазоном выдержек от 1 до $^1/_{250}$ сек., выдержкой «от руки» и длительной выдержкой.

Система наводки на резкость — по матовому стеклу и по шкале расстояний (перемещением передней линзы объектива). Шкала глубины резкости нанесена на оправе объектива.

Видоискатель — телескопический.

Кассеты металлические, односторонние, приставные.

Дополнительное оснащение — адаптер для роликовой пленки.

Фотоаппарат предназначен для широкого круга фотолюбителей.

Фотографический аппарат «ФК» (рис. 85)

Технико-фотографические данные

Тип фотоаппарата — пластиночный, складной.

Формат кадра — выпускается двух типо-размеров: 13×18 *см* и 18×24 *см*.

Объектив: для камеры 13×18—«Индустар-51»1 : 4,5 с $F = 21$ *см*; для камеры 18×24 — «Индустар-13» 1 : 4,5 с $F = 30$ *см* (см. стр. 66).

Затвор — не имеет.

Система наводки на резкость — по матовому стеклу.

Кассеты — деревянные, двойные (альбомные).

Камера имеет двойное растяжение меха.

Наводка на резкость осуществляется с помощью кремальеры, передвигающей кассетную часть камеры.

Объектив в объективной стойке имеет возможность перемещаться, а кассетная часть — наклоняться в горизонтальном и вертикальном направлениях, что позволяет производить трансформацию изображения в довольно широких пределах.

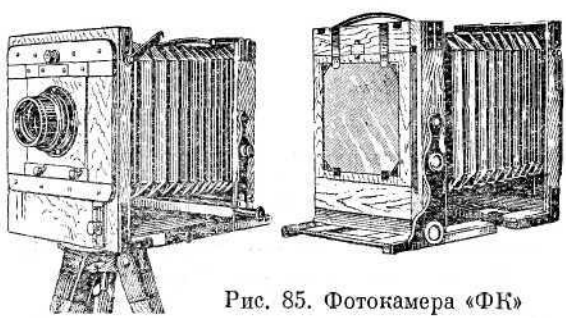


Рис. 85. Фотокамера «ФК»

Рама матового стекла может менять положение в зависимости от того, какую форму снимка — вертикальную или горизонтальную — необходимо получить.

Камера «ФК» предназначена для съемок портретов, групп, репродукций в условиях ателье, а также в полевых условиях для ландшафтных, архитектурных, технических и прочих съемок.

Широкопленочные фотоаппараты

Фотографический аппарат «Комсомолец» (рис. 86)

Технико-фотографические данные

Рис. 86. Фотоаппарат «Комсомолец»

Тип фотоаппарата — широкопленочный, жесткой конструкции.

Формат кадра — 6×6 *см*.

Объектив — «Т-21» 1 : 6,3 с $F = 80$ *мм* (см. стр. 66).

Затвор — центральный междулинзовый упрощенной конструкции. Дает выдержки $^1/_{25}$, $^1/_{50}$, $^1/_{100}$ сек. и выдержку «от руки».

Система наводки на резкость — по шкале расстояний (перемещением передней линзы объектива).

Шкала расстояний — от 1,5 *м* до ∞.

Видоискатель — рамочный и зеркальный.

В фотоаппарате используется стандартная роликовая пленка шириной 6 *см*, дающая возможность получить 12 снимков размером 6×6 *см*. Фотоаппарат предназначен для начинающих фотолюбителей.

Фотографический аппарат «Любитель» (рис. 87)

Технико-фотографические данные

Тип фотоаппарата — широкопленочный, зеркальный, жесткой конструкции.

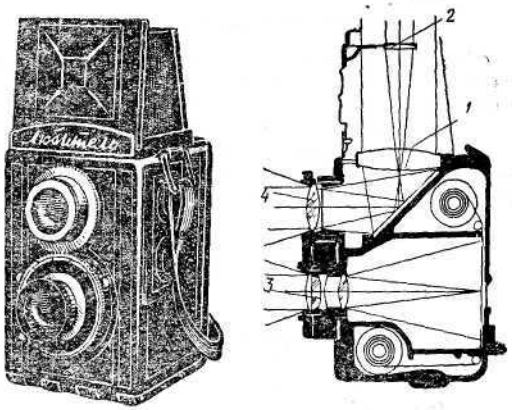


Рис. 87. Фотоаппарат «Любитель»: внешний вид камеры (слева) и вид камеры в разрезе

Формат кадра — 6×6 *см*.

Объектив — в аппарате два объектива: съемочный — «Т-22» 1 : 4,5 с $F = 75$ *мм* (см. стр. 66) и объектив ка-

меры визуальной наводки — ахроматическая линза с относительным отверстием 1 : 2,8 и $F = 60$ *мм*.

Затвор — центральный междулинзовый с предварительным заводом. Дает автоматические выдержки в интервале от $^1/_{10}$ до $^1/_{200}$ сек. и выдержку «от руки».

Система наводки на резкость — с зеркальным отражением на матовое стекло и по шкале расстояний. Шкала расстояний — от 1,3 *м* до ∞.

Камера рассчитана на применение стандартной роликовой пленки шириной 6 *см*; на катушке с пленкой размещается 12 снимков размером 6×6 *см*.

Конструкция визирной части камеры позволяет производить очень точную наводку на резкость при хорошей яркости изображения. Фотоаппарат рассчитан на широкий круг фотолюбителей.

Фотографический аппарат «Москва-1» (рис. 88)

Технико-фотографические данные

Тип фотоаппарата — широкопленочный, складной.

Формат кадра — 6×9 *см*.

Объектив — «Индустар-23» 1 : 4,5 с $F = 110$ *мм* (см. стр. 57).

Затвор — центральный междулинзовый «Момент» (типа «Темп») с диапазоном выдержек от 1 сек. до $^1/_{250}$ сек. и выдержкой «от руки».

Система наводки на резкость — по шкале расстояний (перемещением передней линзы объектива).

Шкала расстояний от 1,5 *м* до ∞.

Шкала глубины резкости нанесена на оправе объектива.

Видоискатель — телескопический.

Спусковая кнопка затвора расположена на корпусе аппарата и снабжена блокировочным механизмом, предотвращающим возможность повторной съемки на один кадр.

Зарядка камеры производится на свету.

Фотоаппарат рассчитан на широкий круг фотолюбителей и используется для съемки пейзажей, портретов, групп, отдельных спортивных моментов и пр.

Фотографический аппарат «Москва-2» (рис. 89)

Технико-фотографические данные

Тип фотоаппарата — широкопленочный, складной.

Формат кадра — 6×9 *см*.

Объектив — «Индустар-23» 1 : 4,5 с $F = 110$ *мм* (см. стр. 57).

Затвор — центральный междулинзовый «Момент-1» (типа «Темп») с диапазоном выдержек от 1 сек. до $^1/_{250}$ сек. и выдержкой «от руки».

Система наводки на резкость — по шкале расстояний и по дальномеру с клиновым компенсатором (перемещением передней линзы объектива).

Шкала расстояний — от 1,5 до ∞.

Видоискатель — телескопический.

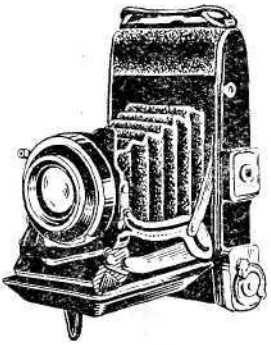


Рис. 88. Фотоаппарат «Москва-1»

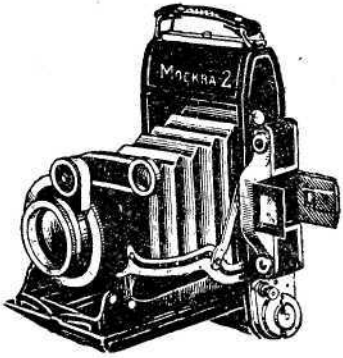


Рис. 89. Фотоаппарат «Москва-2»

Фотоаппарат «Москва-2» по конструкции аналогичен камере «Москва-1», отличается от него наличием дальномера, механически связанного с перемещениями объектива, и внешней отделкой.

Кинопленочные (малоформатные) фотоаппараты

Фотографический аппарат «Лилипут»

Технико-фотографические данные

Тип фотоаппарата — кинопленочный, жесткой конструкции.

Формат кадра — 24×24 *мм*.

Объектив — типа «Монокль» 1 : 9 с $F = 38$ *мм*.

Затвор — дисковый (секторный), простейшей конструкции. Дает автоматически одну моментальную выдержку $^1/_{25}$ сек. и позволяет производить выдержки «от руки».

Система наводки на резкость — имеет постоянную наводку, обеспечивая получение резких снимков предметов, находящихся на расстоянии от 3 *м* до ∞.

Видоискатель — телескопический.

Кассеты — не имеет.

Негативным материалом служат специальные ролики пленки, на каждом из которых укладывается 12 снимков.

Камера рассчитана на юных фотолюбителей.

В настоящее время не выпускается.

Фотографический аппарат «Смена»

Технико-фотографические данные

Тип фотоаппарата — кинопленочный, складной.

Формат кадра — 24×36 *мм*.

Объектив — типа «Триплет» 1 : 6,8 с $F = 50$ *мм*.

Затвор — односекторный. Дает автоматическую выдержку $^1/_{50}$ сек. и позволяет производить выдержки «от руки».

Система наводки на резкость — по шкале расстояний (перемещением передней линзы объектива).

Видоискатель — рамочный.

Кассеты — не имеет.

Камера рассчитана на юных фотолюбителей.

В настоящее время не выпускается.

Фотографический аппарат «Спорт» (рис. 90)

Технико-фотографические данные

Тип фотоаппарата — кинопленочный, зеркальный, жесткой конструкции.

Формат кадра — 24×36 *мм*.

Объектив — «Индустар-10» 1 : 3,5 с $F = 50$ *мм* (см. стр. 58).

Затвор — шторный цельнометаллический, имеющий диапазон автоматических выдержек от $^1/_{25}$ сек. до $^1/_{500}$ сек., а также выдержку «от руки».

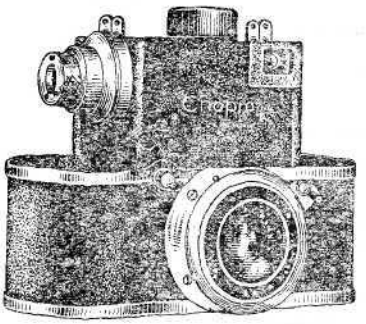


Рис. 90. Фотоаппарат «Спорт»

Система наводки на резкость — по матовому стеклу и шкале расстояний.

Изображение на матовом стекле рассматривается при помощи лупы.

Видоискатель — телескопический.

Визирование производится также по матовому стеклу.

Кассеты—металлические, разъемные. Вмещают пленку на 50 снимков (2 *м*).

Транспортировка пленки в камере осуществляется одновременно с заводом затвора.

Счетчик кадров и механизм переключения скоростей затвора смонтированы на заводной рукоятке, что создает большие удобства при эксплуатации камеры.

Фотоаппарат предназначен для спортивных съемок, репортажа и прочих фотографических работ.

В настоящее время не выпускается.

Фотографический аппарат «Зенит» (рис. 91)

Технико-фотографические данные

Тип фотоаппарата — кинопленочный, зеркальный, жесткой конструкции.

Формат кадра — 24×36 *мм*.

Объектив — «Индустар-22» 1 : 3,5 с $F = 50$ *мм* (см. стр. 60).

Затвор — шторный с диапазоном выдержек от $^1/_{20}$ до $^1/_{500}$ сек. и выдержкой «от руки».

Система наводки на резкость и визирование — по матовому стеклу с увеличением изображения при помощи лупы и по шкале расстояний.

Кассеты — металлические типа «ФЭД» и «Зоркий» (вмещают 1,6 *м* кинопленки на 36 кадров).

Дополнительное оснащение — сменные объективы.

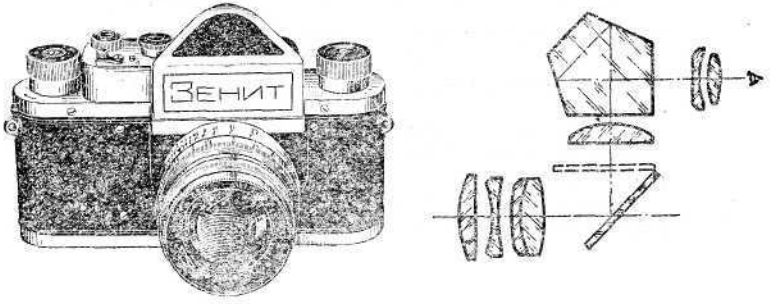


Рис. 91. Фотоаппарат «Зенит»:
слева — внешний вид камеры; справа — оптическая схема камеры

Фотоаппарат предназначен для любительских, репортерских и технических съемок.

Фотографический аппарат «ФЭД» (рис. 92)

Технико-фотографические данные

Тип фотоаппарата — кинопленочный, жесткой конструкции.

Формат кадра — 24×36 *мм*.

Объектив — «Индустар-10» 1 : 3,5 с $F = 50$ *мм* (см. стр. 58).

Затвор — шторный с диапазоном автоматических выдержек от $^1/_{20}$ до $^1/_{500}$ сек. и выдержкой «от руки».

Система наводки на резкость — по дальномеру и шкале расстояний.

Видоискатель — телескопический.

Кассеты — металлические (вмещают 1,6 *м* кинопленки на 36 кадров).

Дополнительное оснащение — сменные объективы, автоспуск.

Предназначен для любительских, репортерских и технических съемок.

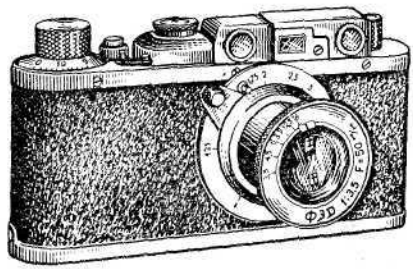


Рис. 92. Фотоаппарат «ФЭД»

Фотографический аппарат «Зоркий» (рис. 93)

Технико-фотографические данные

Тип фотоаппарата — кинопленочный, жесткой конструкции.

Формат кадра — 24×36 *мм*.

Объектив — «Индустар-22» 1 : 3,5 с $F = 50$ *мм* (см. стр. 60).

Затвор — шторный с диапазоном автоматических выдержек от $^1/_{20}$ до $^1/_{500}$ сек. и выдержкой «от руки».

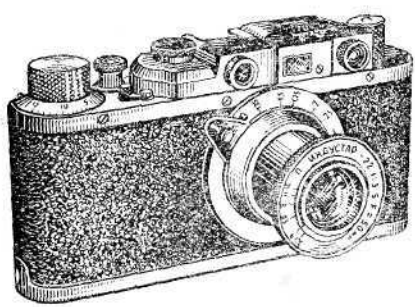


Рис. 93. Фотоаппарат «Зоркий»

Система наводки на резкость — по дальномеру и шкале расстояний.

Видоискатель — телескопический.

Кассеты — металлические (вмещают 1,6 *м* кинопленки на 36 кадров).

Дополнительное оснащение — сменные объективы, универсальный видоискатель «ВУ», автоспуск.

Фотоаппарат «Зоркий» является конструктивно улучшенной моделью фотоаппарата «ФЭД»; отличается от последнего более прочными деталями корпуса, изготовленными методом литья под да-

влением, расчетом оптической и кинематической схем дальномера, позволившим обеспечить применение набора сменных объективов с соблюдением полной взаимозаменяемости их на камере и конструктивным изменением режима работы затвора, обеспечивающим высокую точность воспроизведения автоматических выдержек (см. стр. 49, 61—65, 71—72).

Предназначен для любительских, репортерских и технических съемок.

Фотографический аппарат «Зоркий-3» (рис. 94).

Технико-фотографические данные

Тип фотоаппарата — кинопленочный, жесткой конструкции.

Формат кадра — 24×36 *мм*.

Объектив — «Юпитер-8» 1 : 2 с $F = 50$ *мм* (см. стр. 62).

Затвор — шторный с диапазоном автоматических выдержек от 1 сек. до $^1/_{1000}$ сек., выдержкой «от руки» и длительной выдержкой.

Система наводки на резкость — по дальномеру и шкале расстояний.

Видоискатель — телескопический.

Кассеты — металлические, разъемные на 1,6 *м* кинопленки (применяются также обычные кассеты «ФЭД» и «Зоркий»).

Дополнительное оснащение — сменные объективы, универсальный видоискатель.

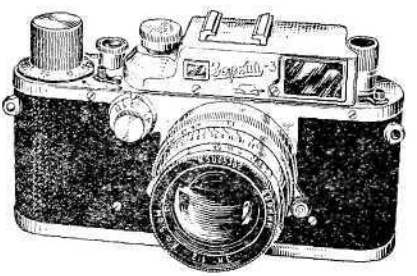


Рис. 94. Фотоаппарат «Зоркий-3»

Дальномер фотоаппарата объединен в одном поле зрения с видоискателем.

Взвод затвора и транспортировка пленки в фильмовом канале осуществляются одновременно вращением заводной головки. Видоискатель снабжен регулировочным механизмом для изменения диоптрийности по глазу. Камера имеет съемную заднюю крышку, что значительно облегчает процесс зарядки и проверку юстировки фотоаппарата. Детали корпуса и крышка изготовлены из литья под давлением.

Фотоаппарат предназначен для любительских, репортерских и технических съемок.

Фотографический аппарат «Киев» (рис. 95)

Технико-фотографические данные

Тип фотоаппарата — кинопленочный, жесткой конструкции.

Формат кадра — 24×36 *мм*.

Объектив — «Юпитер-8» 1:2, $F = 50$ *мм* (см. стр. 62).

Затвор — шторный металлический с диапазоном выдержек от $^1/_2$ до $^1/_{1250}$ сек., выдержкой «от руки» и длительной выдержкой.

Система наводки на резкость — по дальномеру и шкале расстояний.

Видоискатель — телескопический.

Кассеты — металлические, разъемные на 1,6 *м* кинопленки (36 снимков).

Дополнительное оснащение — сменные объективы, универсальный видоискатель, автоспуск.

Рис. 95. Фотоаппарат «Киев»

Дальномер фотоаппарата объединен в одном поле зрения с видоискателем. Металлический шторный затвор фотоаппарата допускает пользование им при низких температурах. Взвод затвора осуществляется одновременно с транспортировкой пленки при помощи рукоятки, которая служит также и для регулировки выдержек.

В корпус фотоаппарата вмонтирован автоспуск, обеспечивающий продолжительность хода 15 сек. до спуска затвора.

Штыковая оправа (см.стр.48) фотоаппарата позволяет производить быструю замену объективов.

Наряду с разъемными кассетами конструкция камеры допускает применение кассет фотоаппаратов «ФЭД» и «Зоркий».

Фотоаппарат «Киев» предназначен для любительских, репортерских и технических съемок.

Фотографический аппарат «Киев-III» (рис. 96)

Технико-фотографические данные

Тип фотоаппарата — кинопленочный, жесткой конструкции.

Формат кадра — 24×36 *мм*.

Объектив — «Юпитер-8» 1:2, $F = 50$ *мм* (см. стр. 62).

Затвор — шторный металлический с диапазоном выдержек от $^1/_2$ до $^1/_{1250}$ сек., выдержкой «от руки» и длительной выдержкой.

Система наводки на резкость — по дальномеру и шкале расстояний.

Видоискатель — телескопический.

Кассеты — металлические, разъемные, рассчитанные на 1,6 *м* кинопленки (36 снимков).

Дополнительное оснащение — сменные объективы, универсальный видоискатель, экспонометр, автоспуск.

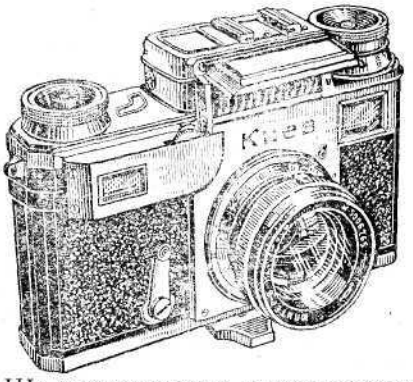


Рис. 96. Фотоаппарат «Киев-III»

Фотоаппарат «Киев-III» изготовляется с дополнительным введением в камеру фотоэлектрического экспонометра, вмонтированного в верхней крышке камеры.

Фотографический аппарат «Ленинград» (рис. 97)

Технико-фотографические данные

Тип фотоаппарата — кинопленочный, жесткой конструкции.

Формат кадра — 24×36 *мм*.

Объектив — «Юпитер-3» 1 : 1,5 с $F = 50$ *мм* (см. стр. 61).

Затвор — шторный цельнометаллический с диапазоном выдержек от 1 до $^1/_{500}$ сек., выдержкой «от руки» и длительной выдержкой.

Система наводки на резкость — по дальномеру и шкале расстояний.

Видоискатель — зеркально-телескопический универсальный.

Кассеты — металлические, разъемные на 1,6 *м* кинопленки (36 кадров).

Дополнительное оснащение — сменные объективы: 1) «Орион» 1 : 6 с $F = 28$ *мм*, 2) «Уран» 1 : 2,5 с $F = 35$ *мм*, 3) «Индустар» 1 : 2,8 с $F = 80$ *мм*.

Дальномер объединен в одном поле зрения с универсальным зеркально-телескопическим видоискателем, обеспечивающим правильное кадрирование снимков для всех сменных объективов.

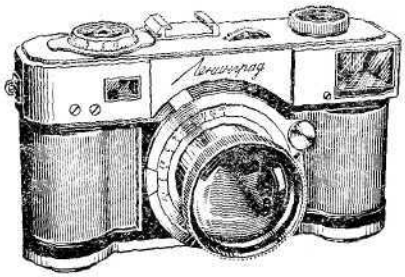


Рис. 97. Фотоаппарат «Ленинград»

В камере применен принцип куркового взвода затвора с одновременной транспортировкой пленки, благодаря чему взвод затвора может осуществляться прямолинейным скользящим движением пальца, позволяющим производить ряд снимков, не отнимая аппарата от глаза и не меняя положения рук при съемке.

В конструкции камеры применен принцип пульсирующего выравнивающего столика, обеспечивающего свободное движение пленки при ее перемещении на следующий кадр и хорошее выравнивание ее в фокальной плоскости после взвода затвора.

Камера позволяет применять любые стандартные кассеты, вмещающие 1,6 *м* кинопленки.

Фотоаппарат «Ленинград» используется для репортерских, спортивных, технических и прочих съемок.

Серийно не выпускается.

ПРИНАДЛЕЖНОСТИ ФОТОАППАРАТОВ

Солнечная бленда

Солнечная бленда (рис. 98) представляет собой металлический цилиндр или конус с рифленой внутренней поверхностью, выкрашенной черным глубоко матовым лаком. Надевается бленда на

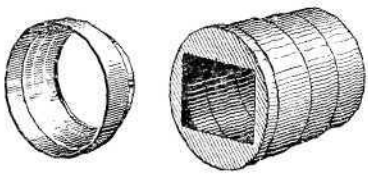


Рис. 98. Солнечная бленда

переднюю часть тубуса объектива для предотвращения попадания в объектив в момент фотографирования боковых лучей как прямого солнечного, так и яркого рассеянного света, вызывающих рефлексы и светорассеяние в объективе.

Автоспуск

Автоспуск представляет собой механизм с анкерным торможением, автоматически производящий нажим на спусковую кнопку затвора через определенный отрезок времени после его включения; дает также возможность получать автоматически выдержки от 1 до 10—15 сек.

Автоспуск бывает различных конструкций. На рис. 99 представлены два варианта: *а* — автоспуск, крепящийся на спусковом тросике; *б* — автоспуск фотоаппарата «ФЭД», осуществляющий

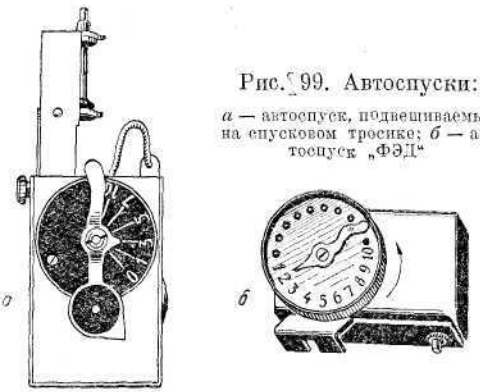


Рис. 99. Автоспуски:

а — автоспуск, подвешиваемый на спусковом тросике; *б* — автоспуск „ФЭД"

посредством толкателя нажим непосредственно на спусковую кнопку; крепится хвостовиком в клемме на корпусе камеры.

Запас механической энергии в автоспусках обеспечивает 12—15 сек. предварительного хода до спуска затвора.

Спусковой тросик

Спусковой тросик состоит из гибкого стального троса с кнопкой на конце, заключенного в гибкую стальную трубку, изготовленную в виде спиральной пружины. Снаружи спусковой тросик обтянут шелковой тканью. На одном конце его имеется наконечник с резьбой для ввинчивания в гнездо затвора, а на другом — втулка с заплечиками для удобного удерживания тросика между пальцами.

Применяется при фотографировании со штатива в целях предотвращения шевеления фотоаппарата в момент съемки.

Штативы

Штативы представляют собой складные треноги с острыми наконечниками на концах и с резьбовым хвостовиком в верхней планке штатива для закрепления на нем фотоаппарата.

Выпускаются как в виде складных деревянных конструкций

с шарнирными соединениями, так и в виде раздвижных металлических конструкций, состоящих из коротких трубок, вдвигающихся одна в другую.

Штативы служат для установки камеры при фотографировании с длительными выдержками (более $^1/_{25}$ сек.), при которых съемка с рук ведет к неизбежным искажениям изображения.

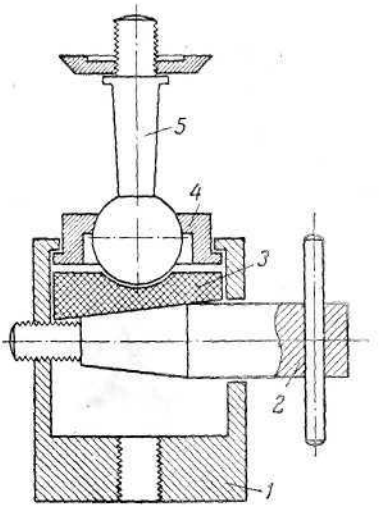


Рис. 100. Штативная головка

Оригинальна конструкция карманного штатива для фотоаппарата «ФЭД», представляющего собой металлическую струпцину со штативной головкой на конце. Наличие струпцины позволяет укреплять штатив на стуле, на краю стола и на других прочно стоящих предметах, а имеющийся в нижней его части конусный винт дает возможность крепления штатива на стволах деревьев.

Для установки аппарата на штативе в необходимом наклонном положении служат штативные головки.

Штативная головка (рис. 100) состоит из корпуса *1* с резьбой для крепления на штативе, зажимного винта *2*, ступицы *3*, обоймы *4* и хвостовика с шаром *5*, имеющего на конце нормальную резьбу и шайбу для крепления фотоаппарата. Благодаря вращению шара в обойме фотоаппарат можно наклонять в любую сторону, закрепляя его в данном положении винтом, имеющим конусный участок, прижимающий ступицу к шару.

ПРАВИЛА ЭКСПЛУАТАЦИИ ФОТОАППАРАТОВ

Ниже приведены рекомендации, касающиеся правил эксплуатации, ухода, проверки, а также мелкого ремонта некоторых наиболее распространенных видов фотоаппаратов.

Раскрытие складных фотоаппаратов

При раскрытии некоторых складных фотоаппаратов перед съемкой («Москва-1», «Москва-2» и «Москва-3») в силу их конструктивной особенности необходимы особое внимание и осторожность. Раскрытие камер подобного типа и фиксация объективной стойки рычагами происходят за счет действия исключительно сильных пружин, удерживающих в постоянном натяжении рычаги камеры. Поэтому при нажиме на запорную кнопку передняя крышка, затвор с объективом и рычаги резко выбрасываются вперед, вызывая

сильный удар между противодействующими деталями в стадии фиксации объективной стойки. Детали фотоаппарата, естественно, не рассчитаны на такого рода резкие механические толчки и могут гнуться, расшатываться в местах соединений. Чтобы избежать этих последствий, рекомендуется при раскрытии камер, удерживая переднюю откидную крышку рукой, плавно опускать ее до полной фиксации объективной доски в рычагах. Несоблюдение этого требования может привести к нарушению юстировки фотоаппарата и к порче его рычажной системы.

Выдвижение тубусов объективов

Ряд малоформатных фотоаппаратов в целях уменьшения их габаритов снабжен объективами с вдвигающимися тубусами. Тубус обычно скользит во втулке с заплечиками, в выточке которой наклеен бархат, обеспечивающий светонепроницаемость внутренней части фотоаппарата и предохраняющий тубус от царапания. При выдвижении тубуса объектива в рабочее положение необходимо направлять его движение по оси втулки, не перекашивая и не применяя чрезмерных усилий, так как это может привести к царапанию поверхности тубуса. Перекашивание тубуса при его запирании в пазах штыковой оправы может вызвать изгиб заплечиков тубуса, входящих в пазы, и в результате этого нарушение юстировки фотоаппарата.

Смена объективов на камере

Применение сменных объективов связано с ввинчиванием объектива в резьбу камеры или запиранием его в штыковой оправе. В условиях фотографирования движущихся объектов смена объективов производится подчас с излишней поспешностью, что приводит к порче объектива или к нарушению юстировки камеры. Ввинчивание, например, сменного объектива в фотоаппарат «ФЭД» или «Зоркий» требует одновременного сопряжения посадочных торцов камеры и объектива и подвижной втулки объектива с кулачком дальномера в камере. Перекашивание объектива при ввинчивании может повлечь к заклиниванию и развороту кулачка дальномера подвижной втулкой объектива, что в свою очередь ведет к разъюстировке дальномера или к порче резьбы, смятой вследствие несовпадения заходов.

При ввинчивании сменных объективов в камеры «ФЭД» и «Зоркий» необходимо:

1) повернуть объектив в оправе в крайнее левое положение, при котором подвижная втулка максимально углублена в оправе;

2) удерживая камеру левой рукой, установить объектив перпендикулярно к плоскости посадочного кольца, проворачивая его для этого влево до появления характерного щелчка, свидетельствующего о совпадении заходов резьб, и только после этого производить ввинчивание объектива. Объектив должен ввинчиваться легко, в большинстве случаев имея некоторый люфт в резьбе. После того как вся резьба объектива вошла в резьбу отверстия, необходимо некоторое усилие для его дотяжки в целях исключения самопроизвольного отвинчивания при наводке на резкость;

3) перед вывинчиванием объектив также должен быть установлен в крайнее левое положение. Вывинчивание, как и ввинчивание, необходимо производить, держа объектив не за вращающееся кольцо для наводки на резкость, а за имеющийся в нижней части корпуса оправы буртик, так как частое применение усилий, падающих на эти детали, может повлечь к ослаблению крепления винтов, упоров и пр.

При установке сменных объективов на камере «Киев» необходимо полное совпадение пазов и выступов оправы байонета и переходного кольца с втулкой, связанной с дальномером. Для этого:

а) установить фокусировочное кольцо оправы камеры на бесконечность до запирания его защелкой;

б) повернуть объектив в оправе влево до установки шкалы расстояний на бесконечность;

в) удерживая камеру в левой руке, приставить объектив к оправе камеры, совместив их взаимный разворот по имеющимся на корпусах камеры и оправы красным точкам, после чего объектив вдвинуть в оправу камеры.

Убедившись в правильности посадки объектива, необходимо, удерживая его за нижнюю часть корпуса, поворачивать влево до запирания защелкой;

г) при необходимости сменить объектив нажимают пальцем на защелку до полного высвобождения оправы, поворачивают оправу вправо и извлекают объектив из камеры.

Применяются сменные объективы в большинстве случаев при съемке вне помещений, где они неизбежно запыляются. Песок и прочие твердые частицы пыли, оседая на деталях оправы, проникают в резьбовые соединения, вызывая их преждевременный износ, а следовательно, и нарушение юстировки из-за образования мертвых ходов (люфт, качка в резьбе).

Для надежного хранения объективов в процессе съемки рекомендуется иметь специальный чехол с гнездами для объективов, предохраняющий их как от пыли, так и от механических повреждений.

Смена светофильтров

В ряде объективов светофильтры укрепляются при помощи резьб, имеющихся на оправах светофильтра и объектива. Вследствие исключительно малого шага резьбы (0,5 *мм*) при относительно больших диаметрах светофильтров ввинчивание их требует особой внимательности, так как незначительный перекос светофильтра или применение чрезмерного усилия при несовпадении заходов резьб могут привести к повреждению ниток резьбы и, следовательно, к заклиниванию резьб.

Попытки отвинтить светофильтр при заклинивании резьб, применив большие усилия, приводят обычно к порче резьб объектива или светофильтра. Поэтому при ввинчивании светофильтра, так же как и при ввинчивании объектива, необходимо оправу светофильтра несколько провернуть влево до совпадения заходов резьб, после чего производить ввинчивание.

Не следует слишком сильно затягивать светофильтр в резьбе, так как это зачастую вызывает натяжения в стекле, которые значительно портят качество изображения.

Съемка фотоаппаратами, установленными на штативных головках

Очень часто неопытные фотографы производят наклоны камеры, установленной на штативной головке, без предварительного освобождения шара от зажима винтом, преодолевая силу трения шара в обойме. В этих случаях крепление штативного гнезда камеры претерпевает непомерно большую нагрузку, вызывающую ослабление крепящих винтов или заклепок, прессовых соединений, а в отдельных случаях и прогибы плоскости корпуса или крышки, на которых укреплено штативное гнездо. Во избежание этих повреждений необходимо перед наклоном фотоаппарата отвинтить зажимной винт до свободного вращения шара в обойме, установить аппарат в нужное положение, после чего закрепить головку зажимным винтом.

Борьба с преждевременным износом фотоаппарата

Для предохранения фотоаппарата от преждевременного износа в конечном счете необходимо:

а) правильное хранение фотоаппарата;

б) профилактика для повышения износоустойчивости;

в) правильное обращение в процессе эксплуатации.

Правильное хранение фотоаппарата предусматривает максимальное предохранение его от загрязнений, а также от влияний повышенной влажности воздуха. Частицы песка, пыли, попадая между трущимися поверхностями механизмов, резко ускоряют их износ, а подчас и порчу вследствие образования затираний и задиров между отдельными деталями. Запыление и прочие загрязнения оптики снижают ее светосилу и качество изображения ввиду увеличения светорассеяния, а длительное воздействие жировых или химических налетов и влаги воздуха вызывает разрушение поверхностных слоев стекла. Особо вредное влияние на механизм фотоаппарата оказывает повышенная влажность воздуха, вызывающая образование коррозии на отдельных деталях механизмов и налеты на оптике.

Профилактика, проводимая в целях повышения износоустойчивости фотоаппаратов, сводится к периодическому осмотру и проверке работы отдельных узлов фотоаппарата, чистке, смазке трущихся поверхностей механизмов и мелкому ремонту (дотяжка ослабившихся винтов и деталей, подлакировка оголившихся мест и др.).

Чистка камеры от пыли обычно производится кисточкой крупных или средних размеров, после чего ее промывают в бензине и сушат.

Смазку механизмов фотоаппаратов, сохраняющуюся довольно долго, нужно менять после 8—10 тысяч снимков (при условии предохранения механизмов от сильных загрязнений). Процесс смазки требует обязательной разборки отдельных узлов, их промывки и специальных сортов смазки, поэтому при обнаружении первых признаков истощения смазки, выражающихся обычно в нарушении плавности вращения механизмов, в появлении специфического скрипа механизмов или заеданий, фотоаппарат необходимо сдать в мастерскую для проведения квалифицированного профилактического ремонта.

Подлакировка оголившихся мест внутри камеры может производиться фотографом-любителем самостоятельно при помощи небольшой беличьей кисточки черным матовым лаком. При этом необходимо, чтобы места, подвергающиеся лакировке, были предварительно обезжирены (протерты тампоном ваты с бензином или эфиром) и чтобы лак не проник в места соединения подвижных деталей.

Дотяжка винтов производится часовыми отвертками подходящих по шлицу винта размеров, однако эта операция должна проводиться только после достаточного ознакомления с устройством фотоаппарата во избежание случайного проворачивания регулировочных винтов вместо крепежных, что может повлечь к нарушению режима работы механизмов.

Чистка оптики производится согласно общим правилам (см. стр. 55).

Правильное обращение с фотоаппаратом сводится к безусловному соблюдению инструкции по его эксплуатации, прилагаемой к фотоаппарату заводом-изготовителем, к соблюдению правил пользования сменной оптикой (см. стр. 99) и к общему предохранению фотоаппарата от механических повреждений в процессе переноски и эксплуатации.

МЕТОДЫ ЮСТИРОВКИ ФОТОАППАРАТОВ

Юстировка фотоаппаратуры в промышленном производстве осуществляется методами, основанными на принципах: а) индивидуальной подгонки; б) комплектования; в) взаимозаменяемости.

Принцип индивидуальной подгонки заключается в следующем. На рис. 101 показаны камера *1* и объектив *2*. Необходимо укрепить объектив таким образом, чтобы фотопленка, установленная в камере, находилась в фокальной плоскости объектива. Измерив рабочее расстояние камеры L (расстояние от опорной плоскости A объ-

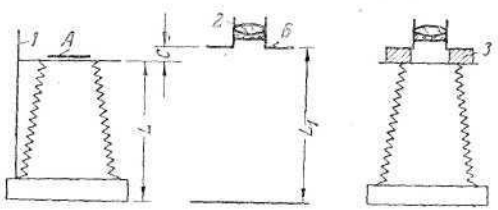


Рис. 101. Схема индивидуальной подгонки объектива к камере

ективной стойки на камере до плоскости эмульсии фотопластинки) и рабочее расстояние объектива L_1 (расстояние от опорной плоскости $Б$ объектива до фокальной плоскости), получают разность:

$$L_1 - L = C,$$

где C — величина рассогласования камеры с объективом. В зависимости от того, больше или меньше рабочий отрезок объектива

рабочего отрезка камеры, разность *С* компенсируется соответственно введением прокладки *3* или подрезкой одной из опорных плоскостей (*А* или *Б*).

Ввиду большой трудоемкости этот метод неприменим в массовом производстве и используется только при выполнении штучных работ и в любительской практике. В крупносерийном производстве при поточной и конвейерной организации труда применяется метод юстировки фотоаппаратуры, основанный на принципе комплектования. Этот принцип заключается в следующем: камеры и объективы выпускаются с строго установленными рабочими расстояниями, отклонения от номинальной величины которых ограничены определенным допуском (рис. 102). Величины рабочих расстояний и допуски установлены таким образом, что любые отрицательные сочетания рабочих отрезков могут дать величину рассогласования *С*, равную нулю или сумме допусков на камеру и объектив. В зависимости от величины максимального рассогласования в производстве предусматривается применение прокладок, позволяющих компенсировать величину рассогласования с установленной для каждой конструкции точностью. Принцип юстировки комплектованием используется, например, при юстировке фотоаппаратов «Любитель», «Москва-1», «Москва-2», «Москва-3» и др.

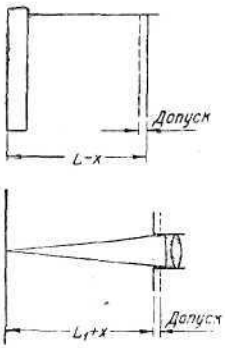


Рис. 102. Принцип комплектования камеры с объективом

Принцип взаимозаменяемости между камерами и объективами заключается в том, что допуски на рабочие расстояния и другие величины установлены таким образом, что величина рассогласования между камерой, объективом и дальномером, вместе взятыми, даже при крайних отрицательных сочетаниях допусков не превышает величины допустимого в смысле сохранения резкости изображения рассогласования между объективом и камерой. Полная взаимозаменяемость между камерами и объективами обеспечена, в частности, в фотоаппаратах «Киев» и «Зоркий».

Ниже рассматривается ряд практических приемов юстировки и выверки наиболее распространенных фотоаппаратов. Однако производить юстировку самостоятельно можно рекомендовать только фотографам, приобретшим навыки в обращении с механизмами и инструментом.

Юстировка фотоаппарата «Москва-3»

Процесс юстировки фотоаппарата «Москва-3» состоит из следующих последовательно проводимых операций: 1) юстировка матового стекла в рамке; 2) юстировка камеры с объективом по матовому стеклу; 3) проверка и устранение кассетной разности; 4) проверка параллельности оптических осей визира и объектива.

Юстировка матового стекла в рамке (рис. 103) сводится к установке стекла в рамке параллельно опорной плоскости. При этом

матовая плоскость *М* стекла должна находиться ниже опорной плоскости *П* рамки на 1,7—1,8 *мм*. Изменение положений стекла производится путем наклеивания бумажных прокладок *1* на прижимных планках или подгибкой прижимных планок.

Закрепив камеру на штативе в горизонтальном положении, устанавливают матовое стекло и, открыв полностью диафрагму, направляют аппарат на какой-либо сильно удаленный и богатый

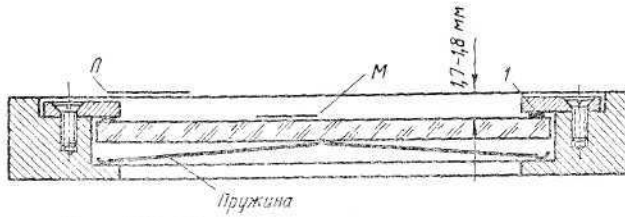


Рис. 103. Юстировка матового стекла в рамке

деталями с четкими контурами ландшафт. Смотря в центральную часть матового стекла (желательно через лупу 3—4-кратного увеличения), фокусировкой объектива добиваются максимальной резкости изображения, после чего проверяют резкость по полю и правильность показаний шкалы расстояний, которая в данном случае должна соответствовать бесконечности. При несоответствии показаний шкалы расстояний последняя после отвертывания трех стопоров на 2—3 оборота снимается с объектива и после получения качественной резкости изображения фокусировкой передней линзы снова надевается на объектив при совмещении знака ∞ с индексом.

Следует учесть, что наиболее благоприятные результаты в отношении качества изображения и правильности показаний шкалы расстояний достигаются в том случае, если объектив находится в положении, при котором оправа передней линзы недовернута до положения упора на $^1/_5$ оборота. Отклонения от этого положения при подъюстировке допустимы при повороте объектива вправо в пределах 5—6 *мм* по длине наружной части оправы и повороте влево на 3—4 *мм*.

Грубые расфокусировки, не поддающиеся исправлению перемещением передней линзы объектива, а также перекосы объектива (неодинаковая резкость на противоположных краях поля изображения) устраняются посредством имеющихся между корпусом затвора и объективной доской прокладок, для чего необходимо отвернуть с внутренней части камеры прижимное кольцо, крепящее затвор и мех к объективной стойке. Прокладки обычно применяются толщиной 0,1—0,2 *мм*, вырезанные в виде колец из плотной проклеенной бумаги. Чтобы определить, нужно подложить или извлечь прокладки, необходимо учесть следующую закономерность. Если резкое изображение получается при вывертывании передней линзы от номинального положения ($^1/_5$ оборота от упора), то под затвор необходимо подложить прокладки и, наоборот, при ввертывании — изъять. Приблизительная толщина необходимой про-

кладки может быть определена по шкале расстояний: каждый миллиметр поворота передней линзы по длине окружности шкалы равен приблизительно прокладке толщиной в 0,1 *мм*. Так, если наилучшая резкость изображения получилась при вывинчивании оправы передней линзы объектива на 5 *мм* по длине наружной части оправы шкалы, то необходимо под объектив подложить прокладку толщиной 5 *мм* × 0,1 = 0,5 *мм*.

Отвинчивание и привинчивание объектива к объективной доске требует особой аккуратности, так как допущенная неосторожность может привести к порче меха или резьбы на корпусе затвора.

Кассетная разность выражается в несовпадении плоскости эмульсии пластинки, заряженной в установленную в камере кассету, с фактической фокальной плоскостью, полученной при фокусировке на матовое стекло. Устраняется разность путем подгибки трех захватов в кассете до получения расстояния между плоскостью пластинки и опорной плоскостью кассеты 1,7—1,8 *мм*.

Параллельность оптических осей видоискателя и объектива проверяется сравнением границ объекта, видимого в видоискателе, с изображением на матовом стекле. В случае несовпадения видоискатель по освобождении на 1—2 оборота крепящих его к корпусу трех винтов устанавливается в необходимое положение и закрепляется.

Юстировка фотоаппарата «Москва-2»

Юстировка фотоаппарата «Москва-2» разбивается на два этапа: юстировка камеры с объективом и юстировка дальномера.

Приемы юстировки камеры с объективом остаются теми же, что и при юстировке камеры «Москва-3», с тем лишь отличием, что при юстировке камеры «Москва-2» после получения наилучшей резкости изображения на приложенном к направляющим фокальной рамки матовом стекле необходимо ввести поправку на деформацию пленки. Деформация пленки в камере обычно достигает 0,2—0,15 *мм*. Это означает, что после получения наилучшей резкости по матовому стеклу оправу передней линзы необходимо повернуть влево (вывинчивание) на 2 *мм* по длине ее наружного диаметра, после чего укрепить на ней шкалу расстояний.

Следует отметить, что шкала расстояний объектива аппарата «Москва-2» связана имеющимся в нижней ее части пазом с кольцом дальномера, вращающимся на наружном диаметре оправы объектива, поэтому перед установкой шкалы на объектив необходимо кольцо дальномера повернуть до отказа вправо при помощи рукоятки *1* (рис. 104), после чего, совместив хвостовик кольца с пазом шкалы расстояний, последнюю надевают на оправу объектива.

При рассогласовании дальномера юстировку его осуществляют следующим образом. Отвернув винт *2* и сняв декоративную шайбу *3*, освобождают на 1—2 оборота винты *4*, благодаря чему сцепление между механизмом компенсатора и объективом выключается. Установив камеру в строго горизонтальном положении, наводят дальномер на какой-либо удаленный объект (желательно фасад здания, одна из горизонтальных деталей которого находилась

бы в центре поля зрения желтого зрачка дальномера). Вращая рукоятку *1* по направлению стрелки, указанной на рисунке, наблюдают за перемещением подвижного изображения, которое за один оборот клиньев в одном направлении переместится один раз влево и один раз вправо. Если на протяжении полного хода подвижного изображения слева направо двоение горизонтальной

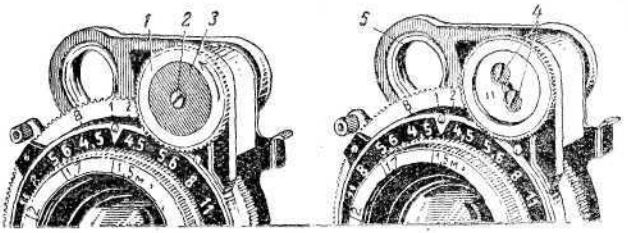


Рис. 104. Юстировка дальномера фотоаппарата «Москва-2»

линии не наблюдается, — клинья взаимно установлены правильно (рис. 105,*а*). В случаях, когда подвижное изображение перемещается наискось от основного (сверху вниз от него и наоборот, рис. 105,*б*),

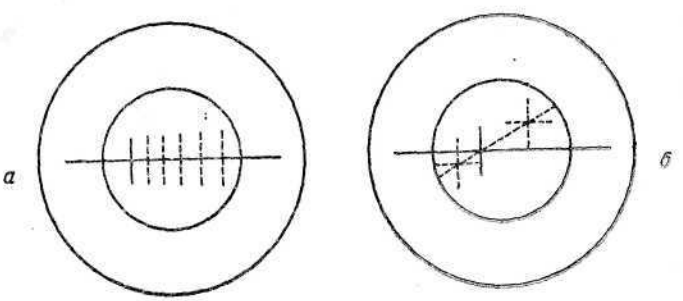


Рис. 105. Перемещение изображения при юстировке дальномера фотоаппарата «Москва-2»

клинья требуют взаимной юстировки, которая производится проворачиванием на небольшие углы оправы *5* переднего клина (см. рис. 104) до полного наложения изображений от начала до конца хода.

Необходимо помнить, что в целях исключения самопроизвольного проворачивания в резьбе оправа *5* клина в условиях промышленного производства закрепляется шеллачным клеем; поэтому для обеспечения свободного ее вращения рекомендуется за 10—15 мин. до юстировки наложить на оправу с клином тампон ваты, смоченный спиртом для растворения клея.

После устранения двоения по высоте объектив по шкале расстояний устанавливается на бесконечность, а дальномер наводится

на сильно удаленный предмет и вращается за рукоятку до совмещения изображений (при перемещении изображения слева направо), после чего, не сбивая положения рукоятки *1*, закрепляются винты *4*. После закрепления винтов дальномер проверяется на бесконечность, 3 и 1,5 *м*. В положении бесконечность не должно наблюдаться двоения изображения, а при наводке на 3 и 1,5 *м* несовпадение соответствующих делений шкалы расстояний с индексом не должно превышать 1,5 *мм* по длине наружной части шкалы расстояний.

Юстировка фотоаппарата «Зоркий»

Юстировка камеры «Зоркий» с объективом требует большого навыка и измерительных инструментов высокой точности, вследствие чего выполнение этой операции в любительской практике не рекомендуется.

Юстировка дальномера фотоаппарата производится следующим образом (рис. 106). Наводя дальномер на какой-либо предмет

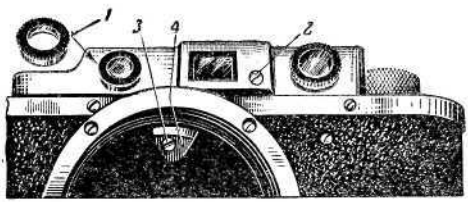


Рис. 106. Юстировка дальномера фотоаппарата «Зоркий»

и совместив изображения, проверяют, нет ли двоения изображения по высоте. При двоении изображения по высоте необходимо при помощи куска листовой резины отвернуть декоративное кольцо *1*, под которым скрыта оправа клина, вмонтированная в обойму и имеющая шлицы для вращения. Поворотами оправы клина на небольшие углы добиваются устранения двоения и кольцо *1* устанавливают на место. После этого дальномер наводят на сильно удаленный предмет, совмещение изображений которого должно происходить при установке объектива на бесконечность. В случае несовпадения изображений объектив фиксируется в положении бесконечность, винт *2* отвертывается, и в отверстие, закрывавшееся им, вводится тонкая часовая отвертка до ощущения попадания в шлиц имеющегося внутри дальномера винта, который и поворачивается до совмещения изображений. После этого дальномер наводится на предмет (лучше нанесенное тушью перекрестие на белой бумаге), установленный на расстоянии 1 *м* от задней стенки корпуса. Если шкала расстояний дает неправильный отсчет, необходимо юстировку производить и поворотом кулачка *4* дальномера.

Определение необходимого направления поворота кулачка производится следующим образом. Если при совмещении изобра-

жений предмета, отстоящего на 1 *м* от аппарата, на шкале объектива получается расстояние больше 1 *м*, то кулачок необходимо повернуть влево (см. рис. 106) и, наоборот, при получении расстояния менее 1 *м* — вправо, после чего снова следует проверить совмещение изображений на ∞ и на 1 *м*. Так повторяется до достижения необходимой точности юстировки, после чего дальномер проверяется на дистанции 2 и 4 *м*.

Дальномер можно считать отъюстированным правильно, если отклонения шкалы расстояний от индекса не превышают 1 *мм* на дистанциях 1; 2 и 4 *м*, а на бесконечности не наблюдается двоения.

Кулачок на рычаге дополнительно закреплен стопорным винтом *3*, который при подъюстировке отвертывается на 1—2 оборота, и кулачок поворачивается только под значительным усилием, поэтому для регулировки желательно изготовить ключ по контуру кулачка или в крайнем случае пользоваться небольшими плоскогубцами с надетыми на них алюминиевыми губками, устраняющими возможность механических повреждений поверхности и контура кулачка.

Необходимо указать, что подъюстировка дальномера в большинстве случаев не требует больших поворотов клина, винта и кулачка и поэтому должна производиться особенно внимательно. Изменения положений этих деталей между каждым последующим наблюдением не должны превышать 3—5° в угловой мере.

Проверка параллельности оптических осей видоискателя и камеры

Непараллельность оптических осей видоискателя и объектива наблюдается редко, так как в условиях промышленного производства соблюдение параллельности оптических осей обеспечено высокой точностью изготовления деталей и последующей проверкой готовых фотоаппаратов.

Проверка параллельности оптических осей видоискателя и камеры производится путем сравнения границ объекта наблюдения, видимых в видоискателе, с изображением на матовом стекле (для камер с матовым стеклом или для камер с откидными крышками, допускающих установку матового стекла) и путем сравнения фотоснимка объекта с объектом, границы которого были определены при наблюдении в видоискатель (для камер, не позволяющих вести наблюдение по матовому стеклу). В камерах, у которых видоискатель крепится на корпусе при помощи винтов, представляя собой отдельный узел, он может быть установлен в нужное положение посредством небольших разворотов и введения прокладок.

Проверка параллельности оптических осей видоискателя и объектива должна производиться по удаленным объектам, так как при наводке на близко расположенные предметы несовпадение границ объекта, видимых в видоискателе, с изображением на матовом стекле неизбежно вследствие того, что оптические оси объектива и видоискателя находятся на значительном расстоянии друг от друга.

Общие методы проверки юстировки фотоаппаратов

Процесс проверки юстировки фотоаппаратов включает в себя визуальный (зрительный) и фотографический методы контроля. Визуальный метод применяется в большинстве случаев как промежуточная фаза проверки аппарата (проверка по матовому стеклу, проверка фокусировки на оптических приборах, проверка параллельности оптических осей).

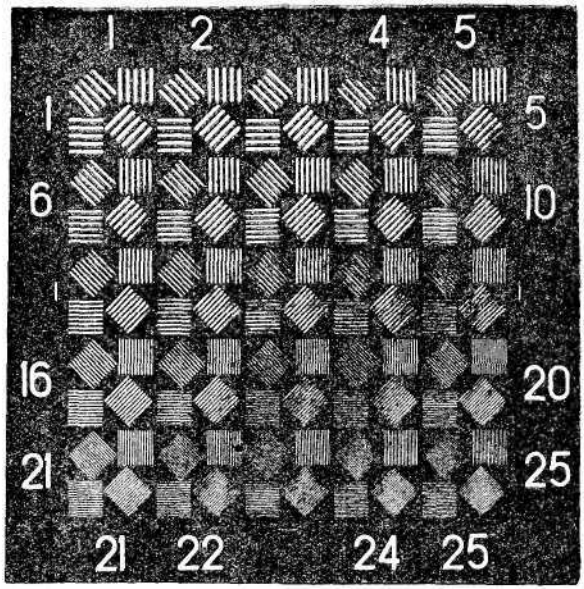


Рис. 107. Мира для проверки разрешающей способности объектива

отографические испытания аппарата производятся путем фотографирования на специальных установках при определенном освещении ряда щитов с укрепленными на них тестобъектами — мирами (рис. 107), позволяющими судить о качестве изображения и о разрешающей способности объектива.

Практически фотоиспытания камеры производятся следующим образом. Фотоаппарат укрепляется на специальном штативе-тележке, перемещающемся по рельсовым направляющим в сторону щита с мирами. Положение камеры на штативе строго фиксировано и обеспечивает с высокой точностью параллельность фокальной плоскости и плоскости щита. Габариты щита и расположения мир на нем рассчитаны таким образом, что при фотографировании изображение щита охватывает все поле кадра. Съемка производится с различных расстояний от бесконечности до крайнего

конечного расстояния (обычно бесконечность, конечное расстояние и 1—2 дистанции, находящиеся в промежутке между ними). Съемка фотоаппаратом при наводке на резкость на бесконечность производится через коллиматор (труба с объективом и мирой в плоскости главного фокуса, лучи из которого выходят параллельным пучком, имитируя ход лучей от объекта съемки, расположенного на бесконечно удаленном расстоянии). После обработки негативного материала снимки рассматриваются под микроскопом и получают соответствующую оценку в отношении качества изображения и разрешающей способности.

Разрешающая способность объектива характеризуется максимальным числом раздельно передаваемых объективом на фотографическом слое параллельных штрихов, приходящихся на 1 *мм* изображения. Следует заметить, что разрешающая способность объектива значительно выше получаемой при фотографии, так как разрешающая способность самого фотографического слоя в большинстве случаев не превышает 50—60 линий на 1 *мм*, а разрешающая способность объективов достигает 600 линий на 1 *мм*.

Для проверки юстировки фотоаппаратов, снабженных дальномерами, ими производят фотографирование по два раза на каждой дистанции: один раз при наводке на резкость объектива по шкале расстояний и один раз при наводке по дальномеру. Это дает возможность судить о степени согласованности действий объектива с дальномером.

Дальномеры фотоаппаратов проверяются также на специальных установках, снабженных рядом тестобъектов, расположенных на строго определенных расстояниях от аппарата.

Ввиду отсутствия специальных условий и набора тестобъектов проверка фотоаппарата в любительской обстановке не может дать количественной оценки качества изображения и разрешающей способности и ограничивается в большинстве случаев чисто субъективным анализом резкости снимков, полученных при фотографировании каких-либо объектов.

СПОСОБЫ УСТРАНЕНИЯ НЕКОТОРЫХ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ФОТОАППАРАТА

Устранение засветки в фотоаппарате

Часто имеют место случаи, когда в процессе длительной эксплуатации фотоаппарата на острых ребрах меха камеры образуются трещины или потертости, которые ведут к образованию мельчайших сквозных отверстий, пропускающих свет внутрь камеры. Мелкие, иголочные отверстия обычно заделываются заполнением их небольшим количеством какого-либо прочного клея, смешанного с черным порошкообразным красителем. Заполнение и втирание клея в отверстия производится мягкой кисточкой небольших размеров. Более крупные отверстия могут быть заделаны наклеиванием на просвечивающие места с внутренней стороны меха небольших кусочков тонкой (0,1 *мм*) и мягкой кожи (фотокожа или шпальт) при помощи шеллачного или в крайнем случае столярного клея.

Мелкие отверстия в шелковых прорезиненных шторках затворов, образующиеся вследствие трещин в резине и проколов иглы при

прошивке краев, могут быть также заделаны с помощью окрашенного черной краской шеллачного клея или черного спиртового лака. Эта мера может быть применена лишь в крайних случаях, так как вследствие исключительно высокой нагрузки, падающей на шторки в процессе работы аппарата, клей быстро отделяется от их поверхности и снова обнажает отверстия. Поэтому при первой же возможности такие шторки должны быть заменены новыми.

Ремонт механизма регулировки скоростей затворов фотоаппаратов «ФЭД» и «Зоркий»

Наблюдаются случаи, когда в процессе работы затвора винт 1 (рис. 108) постепенно отвинчивается и отсекающий кулачок *2*, освобожденный от действия пружины *3*, не фиксируется в отверстиях диска экспозиций, что ведет к отказу в работе.

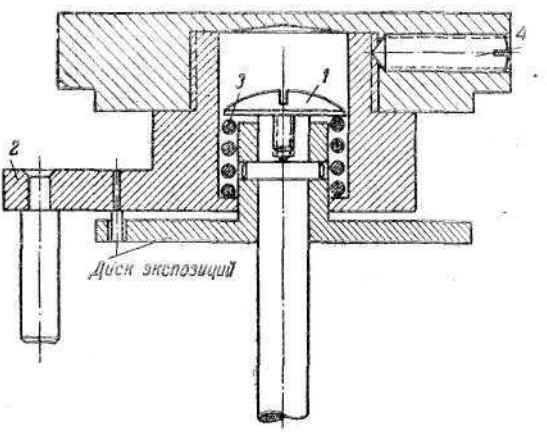


Рис. 108. Механизм регулировки скоростей затворов фотоаппарата «Зоркий»

Для устранения этого дефекта необходимо отвернуть на 3—4 оборота стопорный винт *4* в диске экспозиций. Взявшись рукой за диск экспозиций, установить отсекающий кулачок в нормальное положение до ощущения фиксации его в диске экспозиций. Затем, удерживая диск в прижатом состоянии, взвести затвор и отвернуть диск экспозиции, навинченный на втулку отсекающего кулачка. Вставив пружину во втулку, отверткой ввинчивают в ось винт *1*, наблюдая за тем, чтобы конец пружины не был заклинен между стенкой втулки и головкой винта. После этого отсекающий кулачок устанавливается на выдержку «z» и на него снова навинчивается диск экспозиции, который перед тем как быть застопоренным, дотягивается в резьбе до совпадения знака «z» со стрелкой на клемме камеры.

РАЗДЕЛ III

СВЕТОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

СВЕТОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ ФОТОГРАФИЧЕСКИЙ СЛОЙ

Светочувствительными материалами называются материалы, покрытые светочувствительным слоем и предназначенные для получения на них фотографических изображений. Различают фотографические материалы на прозрачной и непрозрачной подложках. В зависимости от подложки фотографические материалы подразделяются на *фотопластинки* (на стеклянной подложке), *фотопленки* (на целлулоидной подложке) и *фотобумагу* (на бумажной подложке).

Фотографические материалы, предназначенные для получения негативных изображений, называются *негативными* и изготовляются только на прозрачной подложке (негативные фотографические пластинки и пленки). Материалы, предназначенные для получения позитивных изображений, называются *позитивными* и изготовляются как на прозрачной подложке (диапозитивные фотографические пластинки и позитивные фотографические пленки), так и на непрозрачной подложке (фотографические бумаги).

В зависимости от назначения различают фотографические материалы для *черно-белой* и *цветной* фотографии.

Фотографическая эмульсия

Светочувствительный слой фотоматериалов представляет собой высохший слой так называемой фотографической эмульсии, состоящей в основном из желатины и какого-либо светочувствительного вещества. Этим веществом являются галоидные соли серебра: бромистое AgBr, хлористое AgCl и иодистое AgJ. Наибольшее применение получили бромистое и хлористое серебро. Иодистое серебро самостоятельно не применяется и вводится в эмульсию обычно в небольших количествах совместно с бромистым или хлористым серебром. Фтористое серебро AgF растворимо в воде и поэтому в фотографии не применяется.

Практически бромистое серебро может быть получено путем обменной реакции между бромистым калием (KBr) и азотнокислым серебром ($AgNO_3$.)

При смешивании водных растворов названных двух веществ происходит следующая реакция:

$$AgNO_3 + KBr = KNO_3 + AgBr$$

При этом бромистое серебро выпадает в виде светложелтоватого осадка. Заменив бромистый калий хлористым или иодистым, можно таким же способом получить хлористое или иодистое серебро. Калиевые соли галоида можно также заменить натриевыми или аммониевыми. Во всех случаях галоидная соль серебра выпадает в виде осадка, состоящего из микроскопических кристаллов.

Если реакцию вести не в водном, а в желатиновом растворе, то галоидное серебро не выпадает в осадок, а остается во взвешенном состоянии. Полученная суспензия в технике носит название фотографической эмульсии.

Желатина является не только отличным связующим веществом, весьма удобным для нанесения эмульсии на подложку. Она хорошо удерживает зерна галоидных солей серебра, не давая им слипаться в комки; отлично сохраняется в течение длительного времени, не изменяя ни своих свойств, ни фотографических свойств эмульсии. Набухая в воде, она становится проницаемой для фотографических растворов, а после соответствующей обработки и сушки принимает свое первоначальное состояние прочного, отлично сохраняющегося слоя.

Наряду с указанными физическими свойствами желатина обладает и рядом весьма ценных химических свойств. Среди веществ, содержащихся в желатине, имеются в небольших количествах соединения, обладающие так называемой *сенсибилизирующей* способностью, т. е. способностью повышать светочувствительность эмульсии.

Приготовление эмульсий

В общих чертах процесс изготовления бромосеребряных фотографических эмульсий состоит в следующем. Желатину заливают водой и оставляют до полного набухания, после чего разжижают подогреванием. В полученный раствор желатины вводят бромистый калий или бромистый аммоний и небольшое количество иодистого калия. После этого с определенной скоростью при тщательном перемешивании вливают раствор азотнокислого серебра, иногда с содержанием аммиака (для аммиачного метода). В результате этого процесса, называющегося *эмульсификацией*, происходит выпадение бромистого серебра.

Введение в эмульсию раствора азотнокислого серебра и все дальнейшие операции проводятся при соответствующем *неактиничном*, т. е. не действующем на эмульсию, освещении.

Полученный раствор подвергается подогреванию, во время которого происходит перекристаллизация зерен бромистого серебра (увеличение их размеров за счет растворения мелких зерен) и улучшение фотографических свойств эмульсии. Процесс этот носит название первого, или *физического, созревания*.

По окончании этого процесса к раствору добавляют такое количество желатины, чтобы эмульсия после охлаждения превратилась в прочный студенистый слой. Далее эмульсия продавливанием через специальное решето измельчается на «червяки» и в таком виде тщательно промывается для удаления остатков избыточно взятых солей и аммиака (если последний был введен в эмульсию).

Промытая эмульсия вновь подвергается подогреванию. Происходит второе, так называемое химическое, созревание эмульсии.

Если до промывки эмульсия обладает еще малой светочувствительностью и контрастностью, то в процессе второго созревания кристаллы бромистого серебра соединяются с сенсибилизирующими веществами желатины и светочувствительность эмульсии значительно возрастает. Увеличивается также и контрастность. По истечении примерно одного часа повышение светочувствительности прекращается и операцию заканчивают, так как дальнейшее ведение процесса приводит к значительному увеличению вуали. Эмульсию охлаждают и до момента полива хранят в холодильниках. Иногда эмульсию вторично измельчают и промывают.

Непосредственно перед поливом на подложку студень эмульсии разжижается подогреванием.

Кроме перечисленных основных веществ, в эмульсию в тех или иных стадиях ее изготовления вводится ряд дополнительных веществ, а именно: дубители для придания светочувствительному слою большей прочности и температурной стойкости (обычно хромовые квасцы или формальдегид), пластификаторы — вещества, понижающие поверхностное натяжение эмульсии и облегчающие ее полив (для этой цели применяется так называемый «контакт Петрова», состоящий из смеси некоторых сульфонафтеновых кислот), антисептики — вещества, предохраняющие эмульсию от заражения бактериями и разложения (карболовая кислота, тимол и др.), и, наконец, оптические сенсибилизаторы — вещества, сообщающие эмульсии светочувствительность к длинноволновой зоне спектра (в качестве оптических сенсибилизаторов применяются некоторые органические красители в весьма небольших дозах).

Изготовленная описанным способом эмульсия применяется в производстве высокочувствительных негативных фотоматериалов. Для изготовления позитивных материалов применяются малочувствительные бромосеребряные эмульсии, либо хлоробромосеребряные эмульсии, содержащие смесь хлористых и бромистых солей, либо хлоросеребряные эмульсии, содержащие хлористые соли.

Полив эмульсии на ту или иную подложку производится при соответствующем неактиничном освещении или в полной темноте с помощью специальных поливных машин.

Готовая эмульсия содержит обычно по весу около 6% сухой желатины и 4% галоидного серебра. Толщина слоя при поливе на подложку у негативных эмульсий примерно 0,3 *мм*, у позитивных — 0,1 *мм*. По высыхании слоя толщина его значительно уменьшается.

В каждом квадратном метре готовых негативных материалов содержится от 12 до 15 *г*, а позитивных — от 1,5 до 8 *г* азотнокислого серебра.

Строение светочувствительного слоя

Толщина сухого светочувствительного слоя примерно 0,025 *мм* на пленках, 0,015 *мм* — на пластинках и 0,008 *мм* — на бумагах.

В этом тончайшем слое зерна-кристаллы галоидного серебра распределяются в 20—40 ярусов. В каждом квадратном миллимет-

ре слоя содержится от полумиллиона до пяти миллионов зерен-кристаллов. Величина зерен-кристаллов у позитивных эмульсий до 1 μ, у негативных до 4—5 μ.

Для придания негативным материалам дополнительных свойств часто наносят не один, а два эмульсионных слоя, сначала менее чувствительный и обычно мелкозернистый, а поверх него более чувствительный. Кроме того, для защиты эмульсионного слоя от внешних воздействий поверх эмульсии часто наносят еще один тонкий слой желатины, играющий роль защитного лака и улучшающий некоторые фотографические свойства светочувствительных слоев.

Во избежание свертываемости пленок в сторону эмульсии, а также для предупреждения возникновения электрических разрядов (искр) при плотном свертывании пленки в рулон или намотке

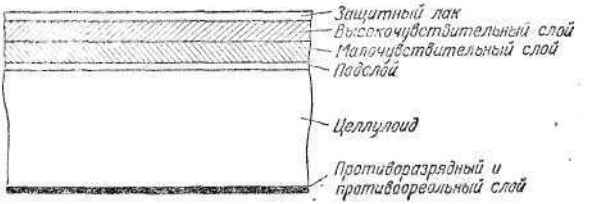


Рис. 109. Поперечный разрез негативной пленки

ее на катушку на неэмульсионную сторону целлулоидной подложки обычно наносят еще один противоразрядный слой.

Для устранения так называемых ореолов фотографические пластинки до полива на них эмульсии покрываются светонепроницаемым слоем какой-либо нейтральной, т. е. не влияющей на эмульсию, краски, которая обесцвечивается во время обработки в проявителе или фиксаже либо вымывается во время промывки негативов.

У пленок противоореольным слоем обычно служит задний, противоразрядный слой, который окрашивается специальным красителем и обесцвечивается в процессе проявления и фиксирования.

На рис. 109 показан поперечный разрез негативной пленки в сильно увеличенном виде.

Природа светочувствительности

Природа светочувствительности галоидных солей серебра еще окончательно не изучена. В общих чертах современные научные взгляды на природу светочувствительности галоидных солей серебра сводятся к следующему.

При химическом взаимодействии азотнокислого серебра и бромистого калия (или другой галоидной соли) из атомов брома и серебра образуются молекулы бромистого серебра, в которых один освобожденный электрон каждого атома серебра присоединяется к атому брома, и атомы серебра превращаются, таким образом, в положительно заряженные ионы серебра, а атомы брома — в отрицательно заряженные ионы брома.

Вследствие сил взаимного притяжения разноименно заряженных электрических частиц между ионами брома и серебра устанавливается электростатическое равновесие, и ионы располагаются в симметричную устойчивую кубическую решетку, в которой каждый ион серебра окружен шестью ионами брома, а каждый ион брома — шестью ионами серебра (рис. 110).

Действие света на кристаллическую решетку заключается в том, что под влиянием энергии кванта света в ионе брома освобождается один электрон, который, присоединяясь к иону серебра, превращает его в электрически нейтральный атом серебра:

$$Ag^+Br^- + \text{свет} = Ag^+ + Br + \ominus$$
$$Ag^+ + \ominus = Ag$$

Чем сильнее действие света, тем больше электронов отрывается от ионов брома и возвращается к ионам серебра. Силы притяжения между атомами исчезают, кристаллическая решетка ослабляется и разрушается. При этом бром поглощается желатиной или уходит в пространство в виде газа, а атомы серебра образуют частицы металлического серебра.

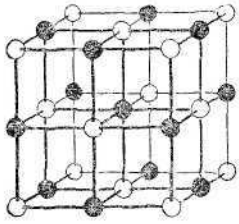


Рис. 110. Кристаллическая решетка бромистого серебра:
черные шарики — ионы серебра; белые — ионы брома

При значительном количестве световой энергии кристалл галоидного серебра целиком превращается в крупицу металлического серебра (наблюдается потемнение фотографической эмульсии или светочувствительного слоя). При незначительном действии света образование металлического серебра происходит в отдельных точках кристалла. Эти мельчайшие зародыши металлического серебра, образующиеся в первую очередь в местах посторонних вкраплений и деформации кристалла (изломов и трещин), получили название центров светочувствительности.

В течение многих лет считалось, что в образовании центров светочувствительности главную роль играют ультрамикроскопические вкрапления сернистого серебра, образующиеся в процессе взаимодействия содержащейся в желатине лабильной серы с бромистым (или другим галоидным) серебром во время созревания эмульсии и что эти вкрапления сернистого серебра, вызывая деформацию в отдельных местах кристалла, концентрируют в них начальное действие света.

Исследования советских ученых К. Чибисова, А. Титова и А. Михайловой, проведенные ими в течение 1946—1949 годов, показали, что в образовании центров светочувствительности сернистое серебро играет не главную, а второстепенную роль, главная же роль принадлежит небольшим скоплениям атомов металлического серебра, которые и составляют центры светочувствительности.

Такова в общих чертах и весьма упрощенном виде природа светочувствительности галоидосеребряных эмульсий. В действительности природа светочувствительности гораздо более сложна и продолжает оставаться предметом дальнейшего изучения.

Природа скрытого изображения

В свете новейших исследований действие света на кристаллы галоидного серебра выражается в том, что под влиянием света число атомов металлического серебра в центрах чувствительности увеличивается. Явление это носит название фотолиза. Однако под влиянием того небольшого количества световой энергии, каким обычно пользуются при фотографической съемке, в кристаллах галоидного серебра образуется столь незначительное количество металлического серебра, что оно не может быть обнаружено не только невооруженным глазом, но и с помощью оптических микроскопов. Лишь с применением электронных микроскопов, дающих увеличение в 50—70 тысяч раз, удалось увидеть фотолитическое действие света в центрах чувствительности. «Изображение», получаемое в результате фотолиза, невидимо, поэтому оно получило название скрытого фотографического изображения.

Сущность процессов проявления и фиксирования

Сущность процесса проявления скрытого фотографического изображения заключается в том, что содержащееся в растворе проявителя проявляющее вещество, реагируя с галоидным серебром, превращает последнее в металлическое серебро.

Процесс может происходить и без участия света, однако восстановление металлического серебра происходит в этом случае очень медленно.

Химическая сущность явлений (реакций), происходящих в ходе процесса проявления, весьма сложна и еще недостаточно хорошо изучена. Результат действия проявителя можно наблюдать через микроскоп. Проявление начинается в центрах чувствительности, которые являются, таким образом, и центрами проявления, и постепенно распространяется на весь кристалл. По мере увеличения количества металлического серебра в кристалле процесс проявления ускоряется, при этом начавшееся проявление протекает до превращения всего кристалла в крупицу металлического серебра. Одновременно восстановление серебра происходит и в кристаллах, которые сами не обладают способностью к быстрому проявлению, но соприкасаются с кристаллами, обладающими этой способностью.

Скорость проявления кристалла зависит от количества серебра, образовавшегося в нем в процессе фотолиза. Минимально необходимое для проявления кристаллов количество серебра составляет в среднем приблизительно 220 атомов. С увеличением числа атомов серебра скорость восстановления металлического серебра возрастает. Этим объясняется так называемое избирательное действие проявителя, заключающееся в том, что проявление скрытого изображения раньше всего начинается там, где воздействие света было наибольшим.

После проявления в эмульсионном слое остается еще значительное количество невосстановленного галоидного серебра (в среднем около 75% первоначального количества), которое, продолжая оставаться чувствительным к свету, со временем темнеет в резуль-

тате фотолиза. Таким образом, проявленное фотографическое изображение является весьма непрочным, и чтобы сделать это изображение светостойким, его подвергают фиксированию.

Так как галоидные соли серебра в воде почти нерастворимы, удаление их из слоя не может быть достигнуто простой промывкой. Сущность процесса фиксирования заключается, таким образом, в том, что фиксирующее вещество, реагируя с галоидным серебром, образует растворимые в воде комплексные соли.

В качестве фиксирующего вещества в фотографии применяется исключительно тиосульфат натрия $Na_2S_2O_3$, называемый в обиходе гипосульфитом.

Предполагается, что процесс фиксирования бромистого серебра проходит три стадии:

1. $2AgBr + Na_2S_2O_3 = Ag_2S_2O_3 + 2NaBr$
2. $Ag_2S_2O_3 + Na_2S_2O_3 = Ag_2Na_2(S_2O_3)_2$
3. $Ag_2Na_2(S_2O_3)_2 + Na_2S_2O_3 = Ag_2Na_4(S_2O_3)_3$.

Полученная комплексная соль хорошо растворима в воде.

СВОЙСТВА ФОТОГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Кроме светочувствительности, фотографические материалы обладают еще целым рядом свойств, играющих весьма важную роль в фотографической практике. Такими свойствами являются: максимальная оптическая плотность, контрастность, фотографическая широта, зернистость и связанная с ней разрешающая способность, оптическая плотность вуали и спектральная чувствительность, или цветочувствительность.

Определением количественных показателей этих свойств занимается специальная наука с е н с и т о м е т р и я (см. стр. 126).

Светочувствительность

Светочувствительностью фотографических материалов называют способность светочувствительного слоя в большей или меньшей степени реагировать на действие света. Действие ато, как известно, в конечном счете выражается в почернении светочувствительного слоя в проявителе.

Практическое значение степени светочувствительности фотоматериалов заключается в том, что при прочих равных условиях съемки более светочувствительные негативные материалы позволяют получить удовлетворительный негатив при меньшей выдержке, чем менее светочувствительные, или производить съемку при таких неблагоприятных условиях освещения, при которых съемка на материалах низкой чувствительности может оказаться невозможной.

Таково же практическое значение степени светочувствительности и позитивных материалов. Чем выше светочувствительность фотографической бумаги, тем меньшей выдержки она требует при печати.

Степень светочувствительности фотографических материалов зависит от состава эмульсии и метода ее приготовления. Наи-

большей чувствительностью обладают бромосеребряные эмульсии, затем следуют хлоробромосеребряные и, наконец, хлоросеребряные эмульсии. Изменением состава и метода приготовления эмульсии могут быть получены светочувствительные материалы самой различной степени светочувствительности.

Максимальная оптическая плотность

Степень почернения освещенного светочувствительного слоя в проявителе характеризуется его прозрачностью, т. е. способностью слоя пропускать свет. Если слой поглощает половину падающего на него света, то прозрачность его равна $^1/_2$. Если слой поглощает $^9/_{10}$ света и только $^1/_{10}$ пропускает, то прозрачность такого слоя будет равна $^1/_{10}$ и т. д.

Можно характеризовать степень почернения и величиной, обратной прозрачности, т. е. непрозрачностью. Например, если прозрачность слоя равна $^1/_{10}$, то непрозрачность его равна $10:1 = 10$, при прозрачности в $^1/_{100}$ непрозрачность будет равна 100.

Степень непрозрачности фотографического слоя характеризует почернение слоя.

Максимальным почернением (максимальной оптической плотностью) является то наибольшее почернение, которое способен дать светочувствительный слой фотографического материала.

Максимальная оптическая плотность определяется тем наибольшим количеством металлического серебра, которое может отложиться в фотографическом слое в результате воздействия света и проявителя, и зависит от количества воздействовавшего света, степени проявленности слоя и от количества галоидного серебра, содержащегося в светочувствительном слое. Максимальная оптическая плотность зависит также и от структурных особенностей светочувствительного слоя: величины зерен-кристаллов галоидного серебра, их расположения в слое и т. д. Чем меньше величина зерен, тем большую оптическую плотность может дать светочувствительный слой. Закономерно поэтому, что менее светочувствительные фотографические материалы, отличающиеся меньшей величиной зерен-кристаллов, обладают большей максимальной оптической плотностью, чем высокочувствительные.

Фотографическая вуаль

Если на некоторое время в полной темноте погрузить в проявитель не подвергавшуюся освещению фотопластинку или пленку, то можно обнаружить некоторое потемнение светочувствительного слоя. Это доказывает, что под действием проявителя происходит восстановление в металлическое серебро не только освещенных кристаллов галоидного серебра, но и кристаллов, не подвергавшихся действию света. Процесс этот протекает весьма медленно, однако некоторое почернение слоя обнаруживается и в течение нормального времени проявления. Почернение это носит название фотографической вуали.

Покрывая фотографическое изображение, вуаль лишает его яркости. Вредное влияние вуали особенно сильно сказывается в наиболее светлых местах изображения.

Вуаль — явление неизбежное. В большей или меньшей степени вуаль дают все фотографические материалы, но если она не превышает допустимые нормы, фотоматериал годен для употребления.

Возникновение вуали обусловливается качеством исходных химических веществ, идущих на изготовление эмульсии, режимом изготовления эмульсии, влиянием посторонних примесей, могущих попасть в эмульсию в процессе ее изготовления, и рядом других причин.

Величина вуали фотографических материалов обычно связана со степенью их светочувствительности: чем выше светочувствительность, тем обычно больше и вуаль. Наибольшую вуаль дают высокочувствительные негативные пластинки и пленки. У диапозитивных пластинок и позитивных пленок она значительно меньше, а у фотографических бумаг вуаль практически отсутствует. (Во всех случаях имеются в виду свежие фотографические материалы.)

Существенное влияние на величину вуали оказывают условия и время хранения фотографических материалов. Вуаль значительно возрастает при хранении этих материалов в неблагоприятных условиях, а также при слишком длительном их хранении (даже при строгом соблюдении условий и правил хранения *), в связи с чем на упаковке фотографических материалов всегда проставляется дата выпуска их в свет или дата предельного срока их годности.

В негативных фотографических материалах вуаль, таким образом, определяет степень предельной прозрачности негатива, а в фотобумагах — степень белизны наиболее светлых частей отпечатка.

Контрастность

Одной из задач технической фотографии является такое воспроизведение объекта съемки, при котором фотографический снимок правильно передает соотношение различных яркостей объекта съемки.

Однако не все фотографические пластинки и пленки в одинаковой степени отвечают этому требованию. Одни из них способны передавать яркости объекта точно, или нормально, другие — с той или иной степенью отклонения от нормальной передачи. При этом могут иметь место отклонения двух видов: в сторону преувеличения разницы между яркостями отдельных участков фотографируемого объекта и в сторону уменьшения этой разницы (рис. 111). В первом случае происходит как бы сжатие шкалы яркостей объекта и увеличение контраста, во втором случае — растяжение шкалы яркостей объекта и уменьшение контраста.

Способность фотографического материала передавать в большей или меньшей степени разницу в яркостях различных частей фотографируемого объекта называется контрастностью.

В зависимости от состава светочувствительной эмульсии и метода ее изготовления могут быть получены светочувствительные материалы различной степени контрастности, которая связана со степенью светочувствительности: чем выше светочувствительность материала, тем обычно ниже его контрастность.

* Сроки и условия хранения фотографических материалов см. на стр. 154, 159, 167.

Применением материалов различной контрастности можно изменять характер изображения сфотографированных объектов, достигая необходимого для каждого отдельного случая эффекта. В зависимости от степени контрастности светочувствительные

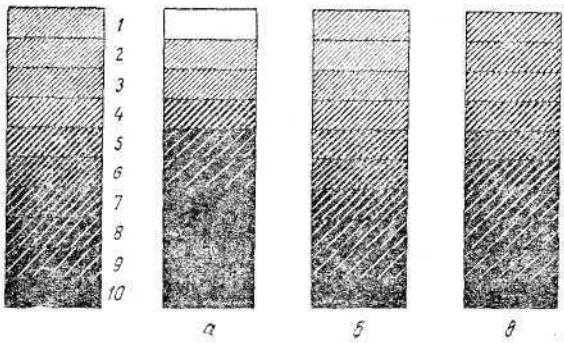


Рис. 111. Объект и различное воспроизведение его:

а — с преувеличенным контрастом; *б* — нормальное; *в* — с преуменьшенным контрастом

материалы подразделяются на особо мягкие, мягкие, нормальные, контрастные, особо контрастные и сверхконтрастные. Соответствующие обозначения ставятся на упаковке этих материалов.

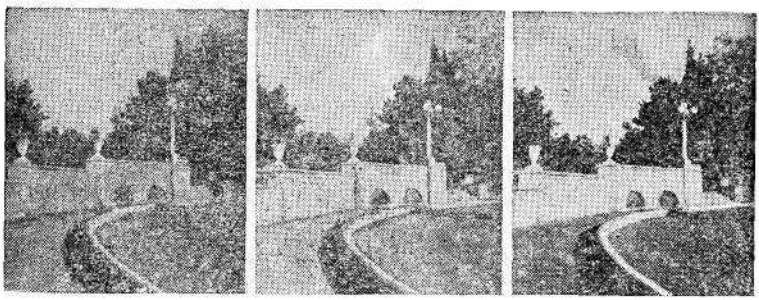


Рис. 112. Снимки одного и того же сюжета на мягком, нормальном и контрастном материалах

В фотографической практике при оценке негативных материалов принимается в расчет контрастность негативного изображения по сравнению с фотографируемым объектом, а при оценке позитивных материалов — контрастность позитива по сравнению с негативом.

Рис. 112 дает представление о контрастности светочувствительных материалов и о ее практическом значении.

Фотографическая широта

Разница между наиболее светлым и наиболее темным участками фотографируемого объекта определяет так называемый интервал яркостей объекта, который можно выразить отношением, показывающим, во сколько раз яркость наиболее темной части объекта (принимаемая за единицу) меньше яркости наиболее светлой его части и наоборот. Это отношение называют также широтой, или контрастом, объекта.

Так, если наиболее светлый элемент объекта в 100 раз ярче наиболее темного его элемента, то интервал яркостей выразится отношением 1 : 100 или 100 : 1, т. е. просто числом 100.

В зависимости от характера объекта интервал яркости может изменяться в весьма широких пределах, достигая в некоторых случаях 100 000. *Обычно же интервал яркостей большинства объектов* не превышает 200—250 (см. таблицу на стр. 215).

Существенно важной является способность фотографического материала правильно передавать весь интервал яркостей фотографируемого объекта. Способность эта характеризуется так называемой фотографической широтой. Чем больше фотографическая широта материала, тем больший интервал яркостей объекта такой материал может правильно воспроизвести.

Если для удобства сравнения выразить фотографическую широту посредством того же метода, каким мы пользовались для выражения интервала яркостей объекта, т. е. отношением максимального почернения, которое способен дать негативный материал, к его минимальному почернению, то можно установить, что фотографическая широта современных негативных материалов достигает 200—250.

Таким образом, современные негативные материалы (особенно кинопленки) обладают фотографической широтой, достаточной для правильного воспроизведения большинства объектов, встречающихся в любительской практике.

При съемке объектов с интервалом яркостей большим, чем фотографическая широта, в тех местах негатива, где изображаются крайние яркости объекта, будет иметь место неправильная передача яркостей, что, естественно, скажется на качестве фотографического изображения.

Фотографическая широта связана со степенью светочувствительности и контрастности материала. Чем выше светочувствительность и меньше значение контрастности, тем фотографическая широта больше.

Позитивные материалы, имеющие меньшую светочувствительность и более высокую контрастность, чем негативные, обладают меньшей фотографической широтой.

Разрешающая способность и зернистость

Разрешающей способностью фотографического слоя называется способность слоя к воспроизведению мельчайших деталей фотографируемого объекта. Чем выше разрешающая способность фотографического слоя, тем меньшие по размерам детали фотографируемого объекта и большее количество их этот слой может воспроизвести практически резко.

Разрешающая способность светочувствительного слоя в основном зависит от степени зернистости фотографического изображения. Зернистость изображения обусловлена зернистым строением самой фотографической эмульсии, соединением отдельных эмульсионных зерен в комки в процессе проявления и возникновением вследствие этого более крупных неопределенной формы крупиц серебра, а также многослойным расположением зерен в эмульсионном слое, вследствие чего зерна перекрывают друг друга, образуя в проекции большие скопления.

Зернистость изображения становится все более ощутимой по мере увеличения фотографических снимков и часто ставит довольно жесткие пределы степени увеличения снимков.

Проблема уменьшения зернистости фотографического изображения приобрела особо важное значение в связи с широким внедрением в практику малоформатных камер («ФЭД», «Киев» и др.), негативы которых, как правило, требуют значительных увеличений.

Вследствие зернистого строения светочувствительного слоя правильность очертаний мельчайших деталей изображения нарушается, *изображение этих деталей становится как бы разорванным* на части, деформированным.

Таким образом, с уменьшением зернистости эмульсий по существу решается также задача повышения ее разрешающей способности.

Как уже указывалось, в ходе процессов созревания эмульсии и повышения ее светочувствительности происходит увеличение размеров кристаллов галоидного серебра, поэтому более высокочувствительным эмульсиям свойственна вообще бóльшая зернистость. Однако применением особых методов изготовления фотографических материалов возможно получение высокочувствительных и вместе с тем мелкозернистых пластинок и пленок. С внедрением в технологический процесс изготовления пленок новых методов удалось получить высокочувствительные и вместе с тем весьма мелкозернистые негативные пленки.

Следует отметить, что на все перечисленные выше свойства фотографических материалов, т.е. на светочувствительность, максимальную оптическую плотность, фотографическую вуаль, контрастность, фотографическую широту, разрешающую способность и зернистость, весьма существенное влияние оказывают методы проявления, что позволяет в практической работе влиять на характер этих свойств применением различных проявителей и методов проявления (см. стр. 257).

Спектральная светочувствительность

Говоря о воздействии света на светочувствительный фотографический слой, обычно имеют в виду белый дневной свет, т. е. воздействие всех цветных излучений, из которых состоит дневной свет. Именно влияние такого света и предполагалось в предшествующем описании свойств фотографических материалов.

Однако на практике фотографу почти всегда приходится снимать объекты, имеющие самую разнообразную окраску. Таким обра-

зом, практически на светочувствительный слой оказывает воздействие не только белый свет, но и многочисленные цветные излучения.

Характер воздействия этих излучений на фотографическую эмульсию имеет весьма важное практическое значение, так как в прямой зависимости от этого воздействия находится воспроизведение яркости различных цветов на черно-белом фотоснимке. Все огромное богатство цветов и красок природы передается на таком снимке черно-белой шкалой тонов, и зрительное впечатление, производимое фотографическим снимком, зависит от того, насколько яркость этих тонов соответствует яркости цветов натуры.

Физиологические исследования показывают, что наиболее ярким нашему глазу кажется желтый цвет; менее яркими — красный и синий, причем при соответствующем подборе эти два цвета могут оказаться зрительно одинаково яркими. Из числа цветов видимого спектра наименее ярким представляется фиолетовый цвет.

Совсем не так реагирует на действие цветных лучей фотографический слой. Если на обыкновенной фотографической пластинке или пленке сфотографировать спектр или цветную таблицу, состоящую из главных цветов спектра, с полученного негатива сделать фотографический отпечаток и сравнить его с оригиналом, то можно обнаружить, что различия в яркостях цветов, наблюдаемые нами в натуре, значительно расходятся с различием тонов, воспроизводящих эти цвета на фотоснимке. Так, окажется, что визуально наиболее яркий желтый цвет передан на снимке как достаточно темный, в то время как визуально темный фиолетовый цвет окажется на снимке весьма светлым, почти белым. Визуально одинаково яркие синий и красный цвета на фотоснимке окажутся переданными с огромным различием: синий будет передан как очень светлый, а красный — как черный.

Такое несовпадение восприятия яркости цветов в натуре с передачей их на черно-белом фотоснимке приводит зрителя к неправильному, искаженному представлению о цветах сфотографированного объекта.

Спектральная светочувствительность, или цветочувствительность, фотографических эмульсий обусловлена их природным избирательным поглощением световых излучений. Так, бесцветное хлористое серебро чувствительно только к коротковолновым фиолетовым и еще более коротковолновым невидимым ультрафиолетовым лучам спектра и нечувствительно ко всем остальным. Бромистое серебро, имеющее бледножелтую окраску, чувствительно, кроме того, к синим излучениям, но также нечувствительно ко всем остальным.

На рис. 113 графически показана относительная спектральная чувствительность бромосеребряного фотографического слоя и цветовосприятие глаза. Из рисунка можно видеть, что максимум чувствительности слоя находится в ультрафиолетовой части спектра, соответствующей излучению с длиной волны приблизительно 350 *mμ*, в то время как максимальная визуальная яркость расположена в желто-зеленой части спектра и соответствует излучению с длиной волны приблизительно 550 *mμ*.

Устранение указанного выше недостатка фотографической эмульсии достигается искусственным очувствлением ее к длинно-

волновой части спектра. Процесс этот носит название **оптической сенсибилизации**.

Способ оптической сенсибилизации эмульсий основан на введении в состав эмульсии в весьма небольших количествах некоторых органических красителей, сообщающих эмульсии чувствительность к тем цветным излучениям, которые эти красители поглощают. Применяемые для этой цели красители называются оптическими сенсибилизаторами.

Известен ряд оптических сенсибилизаторов, введением которых в состав бромосеребряной эмульсии можно придать ей тот или иной характер и степень сенсибилизации.

В зависимости от характера спектральной светочувствительности различают светочувствительные слои: несенсибилизированные (обыкновенные), ортохроматические, изоортохроматические, изохроматические, панхроматические, изопанхроматические и инфрахроматические.

Таблица 10

Границы оптической сенсибилизации различных светочувствительных слоев

Тип светочувствительного слоя	Граница сенсибилизации (длина волны излучения в миллимикронах)	Примечание
Несенсибилизированный	500	Естественная чувствительность бромистого серебра
Ортохроматический	580—600	С пониженной чувствительностью в области излучений с длиной волны около 500 mμ
Изоортохроматический	580—600	—
Изохроматический	620—650	—
Панхроматический	660—730	С пониженной чувствительностью в области излучений с длиной волны 490—540 mμ
Изопанхроматический	660—730	—
Инфрахроматический	Более 730	—

В настоящее время все негативные материалы для черно-белой съемки за исключением некоторых репродукционных фотоматериалов, выпускаются сенсибилизированными.

Позитивные материалы не сенсибилизируются. Это объясняется тем, что объектом, подлежащим воспроизведению, для позитивных

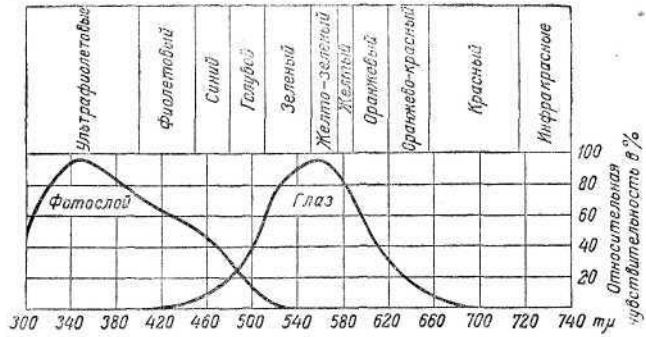


Рис. 113. Спектральная чувствительность фотографического слоя и человеческого глаза

фотоматериалов служит черно-белый негатив, который не имеет цветовых оттенков. Необходимость в сенсибилизации в данном случае естественно отпадает.

СЕНСИТОМЕТРИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ ФОТОГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Предмет сенситометрии

С развитием фотографии и внедрением ее в широкую практику возникла необходимость в точном количественном определении и выражении свойств фотографических материалов. Еще в первые годы зарождения фотографии стало очевидным, что успешное применение фотографических материалов невозможно без точных данных о степени светочувствительности этих материалов.

Методы измерения светочувствительности получили название сенситометрии (от латинских слов sentio — чувствовать и metrum — мера).

Позднее данные одной только светочувствительности оказались уже недостаточными, и для более полной характеристики фотографических материалов возникла необходимость в количественном выражении других их свойств: контрастности, фотографической широты, цветочувствительности и пр.

В современном смысле слова сенситометрией называется учение об измерении свойств светочувствительных слоев, а сенситометрическая система представляет собой совокупность взаимно связанных способов измерения фотографических свойств светочувствительных слоев. Главной задачей сенситометрических систем попрежнему остается определение светочувствительности.

Таблица 11

Условные обозначения некоторых терминов, принятые в сенситометрии

Термины	Обозначения	Термины	Обозначения
Выдержка (время освещения)	t	Полезный интервал экспозиций	I_g
Экспозиция (количество освещения)	H	Фотографическая широта	L
Коэфициент пропускания (прозрачность)	τ	Полезный интервал плотностей	ΔD_g
Оптическая плотность	D	Средний градиент	$\bar{g}$
Оптическая плотность вуали	D_0	Светочувствительность	S
Постоянная непрерывного клина	K	Эффективная светочувствительность	S_φ
Максимальная оптическая плотность (верхний предел почернения)	D_{max}	Кратность светофильтра	q
Предельная оптическая плотность	D_∞	Время проявления	$t_{пр}$
Градиент (крутизна характеристической кривой)	g	Период индукции	t_0
Минимальный полезный градиент	g_{min}	Скорость проявления	$V_{пр\,1}$
Коэфициент контрастности	γ	Спектральная светочувствительность	S_λ
Максимальный коэфициент контрастности	γ_{max}	Разрешающая способность фотографического слоя	R
Интервал экспозиций	L	Деталь яркости	Δ
Полный интервал экспозиций	L_{max}	Фотографическая деталь яркости	Δ_Φ
		Контраст объекта	U
		Интервал яркостей объекта	l_0
		Интервал плотностей фотографического изображения	ΔD

Сущность сенситометрического метода и характеристическая кривая

Сущность сенситометрического метода испытания фотографических материалов на прозрачной подложке заключается в следующем: испытуемую фотопластинку или пленку помещают в специальный прибор сенситометр, в котором с помощью особого приспособления — модулятора экспозиций, точно дозирующего количество света, сообщают нескольким рядом стоящим участкам испытуемого материала различные экспозиции, т. е. различные количества освещения, соответственно увеличивающиеся от одного участка к другому (например, вдвое).

За единицу экспозиции H принимается секунда-метр-свеча, обозначаемая буквами CMS (C - свеча; M — метр; S — секунда), т. е. экспозиция, получаемая при освещении поверхности в течение 1 сек. с расстояния в 1 *м* источником света силой в 1 *св*.

Так как световой поток силой в 1 *св*, направленный на поверхность объекта, находящегося на расстоянии 1 *м*, равен 1 *лк*, то вместо CMS за единицу экспозиции принимается также люкс-секунда (*лк* × сек.).

Экспонированную пластинку (пленку) проявляют в проявителе определенного состава установленное время в строго термостатических условиях (т. е. в условиях постоянной температуры), для чего применяются специальные проявочные приборы.

Проявление ведется в свежем проявителе при непрерывном перемешивании раствора.

В результате экспонирования и проявления испытуемой пластинки или пленки получается полоска, состоящая из ряда участков с различной степенью почернения и называемая **сенситограммой** (рис. 114).

Рис. 114. Сенситограмма

Далее, с помощью специального прибора **денситометра** измеряют оптическую плотность D каждого участка сенситограммы. За единицу оптической плотности принимается плотность слоя с коэфициентом пропускания 0,1, т. е. пропускающего сквозь себя $^1/_{10}$ часть падающего на него света.

Для удобства расчетов оптическая плотность выражается десятичным логарифмом величины, обратной коэфициенту пропускания.

Таблица 12

Численное выражение оптической плотности при различном коэфициенте пропускания

Прозрачность (коэфициент пропускания) τ	Непрозрачность	Оптическая плотность $D=\lg\frac{1}{\tau}$
$^1/_{10}$	10	1
$^1/_{100}$	100	2
$^1/_{1000}$	1 000	3
$^1/_{10000}$	10 000	4

Полученные в денситометре величины оптических плотностей в виде точек наносят на специальный сенситометрический график, на котором по горизонтальной оси через равные отрезки отложены величины экспозиций, сообщенных каждому участку сенситограммы, а по вертикальной оси — величины оптических плотностей. Нанесенные на график точки соединяют кривой, которая носит название **характеристической кривой** (рис. 115).

В зависимости от свойств испытуемого материала характеристическая кривая может иметь различную крутизну, длину, бо́льшие или меньшие закругления на концах, но общий характер ее формы, показанной на рис. 115, во всех случаях остается одинаковым, что объясняется общими особенностями свойств всех фотографических материалов.

Форма характеристической кривой обусловлена различной степенью реагирования фотографического слоя на изменения в экспозициях. Если в области некоторых средних экспозиций равномер-

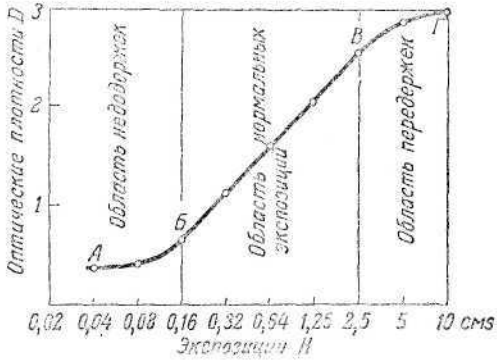


Рис. 115. Характеристическая кривая

ному изменению экспозиций соответствует равномерное приращение оптических плотностей, то в области слишком малых или слишком больших экспозиций эта закономерность нарушается. В области малых экспозиций при равномерном возрастании последних (например, вдвое) приращение оптических плотностей происходит не равномерно, а в постепенно возрастающем порядке, вследствие чего кривая из пологой постепенно превращается в крутую и приобретает форму дуги, выгнутой книзу; в области больших экспозиций происходит обратное явление, т. е. приращение оптических плотностей происходит в постепенно убывающем порядке, вследствие чего кривая из крутой постепенно превращается в пологую и приобретает форму дуги, выгнутой кверху. В области же средних экспозиций приращение оптических плотностей практически соответствует изменениям в экспозициях, и характеристическая кривая приобретает в данном участке форму прямой.

Участок *АБ* характеристической кривой (см. рис. 115), соответствующий малым экспозициям, носит название **области недодержек**, участок *БВ*, соответствующий средним экспозициям, называется **областью нормальных экспозиций** или **областью пропорциональной передачи**, участок *ВГ*, соответствующий наибольшим экспозициям, называется **областью передержек**.

Таким образом, влево от точки *А* расположены малые экспозиции, по величине своей недостаточные, чтобы вызвать какое-либо

заметное почернение испытуемого слоя, и если продолжить характеристическую кривую влево от точки A, то получится прямая, параллельная горизонтальной оси графика, поэтому в точке, где характеристическая кривая переходит в горизонтальную прямую, ее обычно обрывают.

В области передержек, т. е. вправо от точки I, соответствующей максимальной оптической плотности испытуемого материала D_{max}, при дальнейшем увеличении экспозиции сверх той, которая соответствует точке I, не только не происходит дальнейшего увеличения оптической плотности, но, наоборот, она начинает уменьшаться, и если продолжить кривую вправо, то можно установить, что точка I является точкой перегиба и характеристическая кривая за этой точкой начинает опускаться. Практически это означает, что при слишком длительных выдержках негативное изображение может превратиться в позитивное.

Это весьма интересное и до конца еще не изученное явление носит название соляризации.

Следовательно, полезной для сенситометрических испытаний предельной верхней точкой характеристической кривой является точка I, соответствующая D_{max}, поэтому характеристическую кривую в этой точке или чуть правее ее обычно прерывают.

Являясь своеобразным паспортом фотографического материала, характеристическая кривая позволяет определить степень его светочувствительности, степень или коэфициент его контрастности, величину максимальной оптической плотности, величину оптической плотности вуали и величину фотографической широты.

Полная характеристика свойств фотографических материалов предусматривает также определение разрешающей способности и спектральной светочувствительности.

Разрешающая способность фотографического материала определяется с помощью специального прибора резольвометра, путем фотографирования им на испытуемом материале в сильно уменьшенном виде специальных таблиц, называемых тестами или мирами. Одна из таких таблиц приведена на рис. 107.

Полученный снимок миры, называемый резольвограммой, рассматривают с помощью микроскопа с увеличением в 50—70 раз и по числу штрихов миры в одном миллиметре, раздельно различаемых в микроскопе, судят о степени разрешающей способности материала.

Так как на результаты такого рода измерения существенное влияние оказывает оптическая плотность изображения штрихов миры, зависящая от экспозиций и условий проявления, разрешающая способность определяется при оптимальных условиях, дающих наивысшее значение разрешающей способности.

Для получения таких результатов мира фотографируется несколько раз на различных участках испытуемого материала при разных выдержках, после чего материал обрабатывается в проявителе определенного состава при заданной температуре строго установленное время.

Наконец, для определения спектральной, или монохроматической светочувствительности, т. е. чувствительности фотографического слоя к монохроматическому излучению, применяется специальный прибор спектрограф, представляющий собой со-

единенный вместе спектроскоп и фотографический аппарат, в котором спектр, получаемый с помощью дифракционной решетки или призмы, непосредственно фотографируется на испытуемом материале. Данные об абсолютной спектральной светочувствительности фотографического материала к монохроматическим излучениям могут быть получены методами спектральной сенситометрии, которая здесь не рассматривается. Относительная же спектральная светочувствительность определяется следующим способом. Испытуемая пластинка или пленка экспонируется

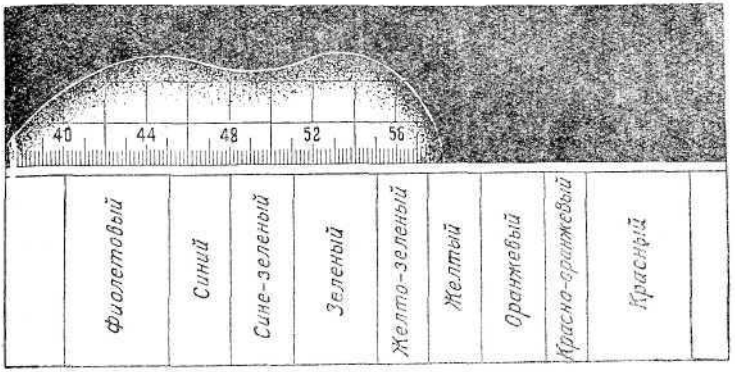


Рис. 116. Спектрограмма и кривая спектральной чувствительности

в спектрографе несколько раз при постепенном перемещении ее на ширину полосы спектра с постепенно уменьшающимися экспозициями. Одновременно в кассету прибора помещается пластинка со шкалой длины волн различных излучений так, что на снимке спектра получается изображение и этой шкалы. Такой фотоснимок спектра, показанный на рис. 116, называется спектрограммой. Он позволяет более или менее точно вычертить кривую спектральной светочувствительности материала, дающую наглядную картину распределения светочувствительности испытуемого материала по спектру.

В практике фотографии вполне достаточным является знание не спектральной, а так называемой эффективной светочувствительности — чувствительности к той сравнительно широкой зоне спектра, к которой очувствлен испытуемый материал, т. е. для ортохроматического или изоортохроматического материала — чувствительность его к желто-зеленой зоне спектра, для изохроматического материала — к желто-оранжевой зоне спектра, для панхроматического или изопанхроматического материала — к оранжево-красной зоне спектра. Для этой цели перед источником света в сенситометре помещается соответствующий цветной светофильтр (желтый, оранжевый или красный), и эффективная светочувствительность определяется, подобно общей светочувствительности, по полученной характеристической кривой.

Определение сенситометрических величин

Определение величины светочувствительности S. Светочувствительность выражается величиной, обратно пропорциональной количеству освещения H, создающему на данном фотографическом слое после проявления заданный фотографический эффект, называемый критерием светочувствительности.

Таким образом, светочувствительность можно выразить следующей общей формулой:

$$S=\frac{k}{H},$$

где k — коэфициент пропорциональности.

Принимая тот или иной критерий, т. е. ту или иную точку на характеристической кривой, можно определить точку на горизонтальной оси сенситометрического графика (оси экспозиции), соответствующую принятому критерию.

В различных сенситометрических системах используются различные точки характеристической кривой, т. е. различные критерии светочувствительности. В качестве критерия светочувствительности может быть принята так называемая точка инерции i, т. е. точка пересечения продолжения прямолинейного участка характеристической кривой с горизонтальной осью графика. Критерием может служить также точка, соответствующая определенной, заранее выбранной оптической плотности. Существуют и другие критерии, но мы не останавливаемся на них, поскольку они не применяются в сенситометрии.

На рис. 117 приведены графические методы определения светочувствительности по двум критериям: по точке инерции и по заранее выбранной оптической плотности.

Приняв тот или иной коэфициент пропорциональности, например число 10, светочувствительность по точке инерции можно определить посредством формулы:

$$S_i=\frac{10}{H_i},$$

где H_i — экспозиция, соответствующая точке инерции и выраженная в секунда-метр-свечах.

Например, если H_i=0,02 CMS, то

$$S_i=\frac{10}{0{,}02}=500.$$

Если вместо коэфициента пропорциональности 10 принять какой-либо иной, то при тех же условиях измерения получим другую числовую величину светочувствительности.

Метод определения светочувствительности по заранее выбранной оптической плотности принципиально не отличается от метода определения светочувствительности по точке инерции и основан на применении той же общей формулы, но поскольку в качестве критерия в данном случае принята точка, лежащая несколько правее точки инерции, получается иное числовое выражение светочувствительности, причем и при этом методе числовое выражение

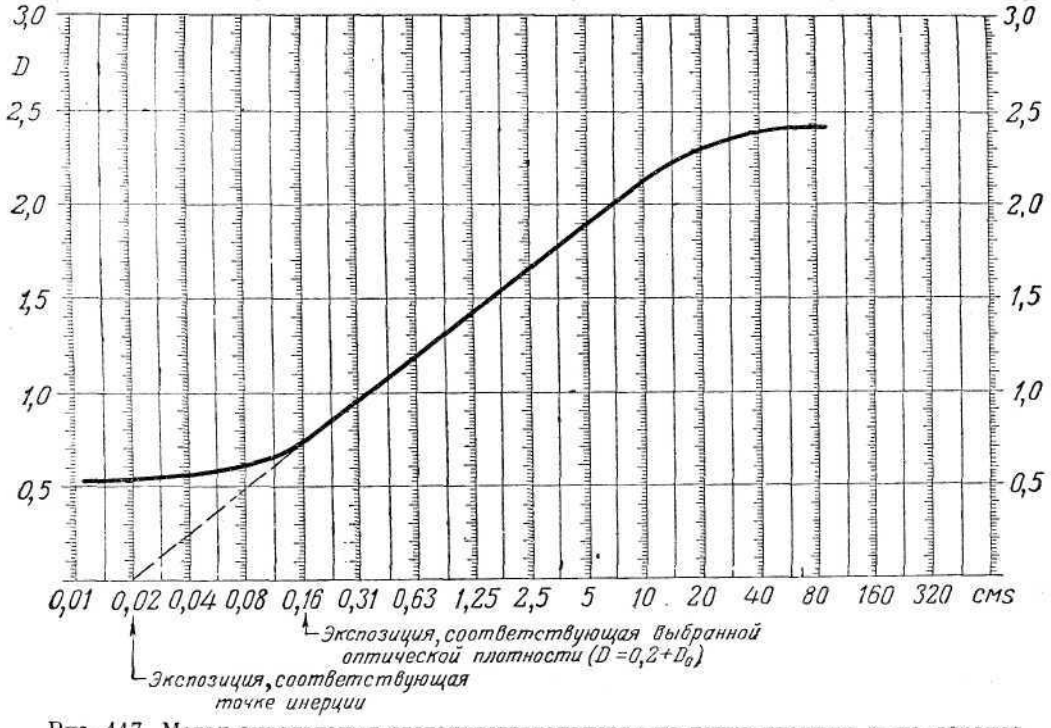


Рис. 117. Метод определения светочувствительности по точке инерции и по заранее выбранной оптической плотности

для одного и того же критерия может быть различным в зависимости от величины принятого коэфициента пропорциональности.

Так, если в качестве критерия принять оптическую плотность, превышающую плотность вуали на 0,2 ($D=0{,}2+D_0$), а коэфициент пропорциональности равным 1, то в приведенном примере (см. рис. 117)

$$S_{0,2+D_0}=\frac{1}{H_{0,2+D_0}}=\frac{1}{0{,}16}\simeq 6{,}2.$$

Приняв иной коэфициент пропорциональности, получим иное числовое выражение светочувствительности.

В зависимости от условий сенситометрических испытаний и от того, какой из критериев положен в основу определения светочувствительности и какова величина коэфициента пропорциональности, числа, выражающие светочувствительность одного и того

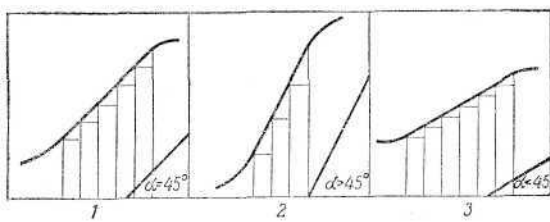


Рис. 118. Характеристические кривые материалов различной контрастности:

1 — нормального; *2* — контрастного; *3* — мягкого

же материала, могут оказаться не только различными, но и несоизмеримыми, вследствие чего точный перевод величин светочувствительности, полученных по одной сенситометрической системе, в величины светочувствительности, полученные по другой системе, не всегда возможен и является условным и приблизительным (см. таблицу перевода на стр. 145).

Определение величины контрастности γ. В зависимости от степени контрастности испытуемого материала приращение оптических плотностей при одинаковых изменениях в экспозиции у различных материалов различно. Более контрастные материалы при равных условиях сенситометрических испытаний дают бóльшие приращения оптических плотностей, чем менее контрастные, вследствие чего прямолинейный участок характеристической кривой у первых получается круче, чем у вторых, что можно видеть из сравнения трех характеристических кривых, приведенных на рис. 118. Приращение оптических плотностей и экспозиций показано на рисунке в виде ступеней лестницы.

Как видно из рисунка, здесь возможны три случая.

Случай 1. Приращения оптических плотностей D графически равны изменениям экспозиций (высота ступеней лестницы равна их ширине). Угол наклона прямолинейного участка харак-

теристической кривой α равен 45°, что соответствует нормальной передаче контраста объекта.

Случай 2. Приращения оптических плотностей графически больше изменений экспозиций (высота ступеней лестницы больше их ширины). Угол наклона прямолинейного участка характеристической кривой больше 45°, т. е. контраст объекта передан с преувеличением.

Случай 3. Приращения оптических плотностей графически меньше изменений экспозиций (высота ступеней лестницы меньше, чем их ширина). Угол наклона прямолинейного участка характеристической кривой меньше 45°, т. е. контраст объекта передан с преуменьшением.

Угол наклона прямолинейного участка характеристической кривой к горизонтальной оси графика служит критерием для определения степени или коэфициента контрастности, который в сенситометрии выражается тангенсом указанного угла при условии, что масштабы делений на горизонтальной и вертикальной осях сенситометрического графика одинаковы.

Определение величины фотографической вуали D_0. Оптическая плотность вуали, т. е. степень почернения фотографического слоя, не подвергавшегося воздействию света, определяется по неэкспонированному участку сенситограммы и, как всякая оптическая плотность, выражается десятичным логарифмом непрозрачности:

$$D_0 = \lg \frac{1}{\tau_0},$$

где τ_0 — коэфициент пропускания фотографической вуали данного материала.

Определение величины максимальной оптической плотности D_{max}. Максимальная оптическая плотность, т. е. наибольшая возможная оптическая плотность (при данных условиях проявления), определяется по высшей точке характеристической кривой и также выражается десятичным логарифмом непрозрачности:

$$D_{max} = \lg \frac{1}{\tau_{max}},$$

где τ_{max} — коэфициент пропускания поля сенситограммы, имеющего максимальную оптическую плотность.

Определение величины фотографической широты L. Фотографическая широта определяется интервалом экспозиций, ограниченных точками начала и конца прямолинейного участка характеристической кривой, и выражается отношением этих экспозиций. Так, например, если концу прямолинейного участка характеристической кривой соответствует экспозиция 10 секундаметр-свечей (H_2=10 CMS), а началу — экспозиция 0,08 секундаметр-свечей (H_1=0,08 CMS), то

$$L = \frac{H_2}{H_1} = \frac{10}{0{,}08} = 125:1.$$

Обычно же фотографическая широта численно выражается логарифмом приведенного отношения или разностью логарифмов указанных чисел. В данном случае

$$L = \lg\frac{125}{1} \cong 2.$$

Определение эффективной светочувствительности S_φ. Эффективная светочувствительность т. е. чувствительность фотографического слоя к свету, прошедшему через цветной светофильтр, определяется с помощью характеристической кривой, полученной при установке в сенситометре того или иного светофильтра (желтого, оранжевого или красного) в зависимости от характера оптической сенсибилизации испытуемого материала. Соответственно получают значения чувствительности к желтым $S_ж$, оранжевым $S_о$ или красным $S_к$ излучениям, которые выражаются в процентах по отношению к общей светочувствительности, принимаемой за 100%.

Так, если общая светочувствительность ортохроматического материала S равна 600°, а светочувствительность под желтым светофильтром $S_ж$ равна 150°, эффективная светочувствительность составляет 25%.

Сенситометрическая аппаратура

Точное измерение абсолютных величин, характеризующих свойства фотографических материалов, и сравнение этих материалов возможно лишь при соблюдении стандартных условий испытания, поэтому весьма важным является точность действия измерительной аппаратуры, постоянство источника света в сенситометре, стандартность и точность экспозиций и т. д., а также соблюдение строго стандартных условий обработки испытуемого материала (проявления и фиксирования).

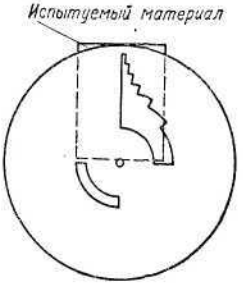


Рис. 119. Диск — модулятор экспозиции

Сенситометр

Основным сенситометрическим прибором является сенситометр, состоящий из двух основных элементов — стандартного источника света со строго определенными силой света и составом излучения и модулятора экспозиций.

В качестве источников света в настоящее время применяются строго эталонированные лампы накаливания с вольфрамовой нитью, работающие при постоянном режиме питания, который регулируется с помощью реостата и контролируется электроизмерительными приборами.

Для испытания негативных материалов, применяемых чаще всего в условиях дневного освещения, перед лампой устанавливается голубой светофильтр, частично поглощающий длинноволновые излучения и пропускающий коротковолновые. Пройдя сквозь такой светофильтр, свет лампы по своему спектральному составу

становится близок к полуденному солнечному свету; для испытания позитивных материалов, применяемых обычно при искусственном освещении, используется свет, непосредственно излучаемый лампой.

В качестве модулятора экспозиций применяется вращающийся диск с вырезами, показанный на рис. 119. Угловые размеры этих вырезов от одного выреза к другому равномерно убывают (обычно вдвое).

Испытуемый материал, помещенный за равномерно с определенной скоростью вращающимся диском, освещается сквозь вырезы диска стандартным источником света в течение строго установленного времени.

В последнее время в качестве модуляторов экспозиции стали применяться так называемые ступенчатые оптические клинья.

Оптический клин

Оптический клин представляет собой пластинку из прозрачного материала, равномерно окрашенного каким-либо нейтрально серым красителем и имеющую в разрезе форму клина (рис. 120), вследствие чего оптическая плотность клина от более тонкого к более толстому концу постепенно возрастает. Такие оптические клинья называются непрерывными.

Аналогичный эффект может быть получен и на плоскопараллельной прозрачной пластинке, покрытой окрашенным слоем (например, желатины) с постепенно убывающей от одного конца к другому плотностью окраски. Такая пластинка также называется оптическим клином.

Ступенчатый оптический клин отличается от непрерывного клина тем, что изменение оптических плотностей в нем не непре-

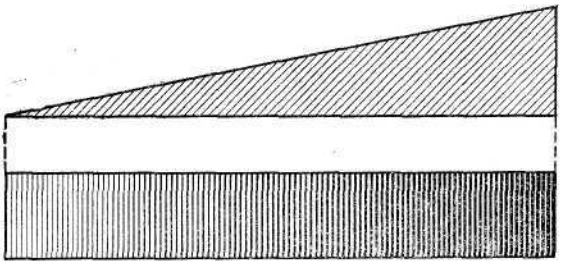


Рис. 120. Непрерывный оптический клин

рывное, а ступенчатое, при этом в закономерно возрастающем (от одного конца к другому) порядке (рис. 121).

В сенситометрах с оптическими клиньями испытуемый материал помещается позади клина вплотную к нему и освещается сквозь клин стандартным источником света строго определенное время, отмеряемое специальным щелевым затвором.

Принципиальное различие в действии вращающихся дисков и оптических клиньев заключается в том, что первые дозируют

количество света разным временем экспонирования при постоянной силе света, действующего на слой, а вторые — одинаковым временем экспонирования при разной силе действующего на слой све-

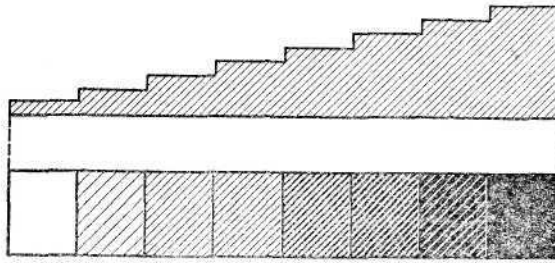


Рис. 121. Ступенчатый оптический клин

та. Последний метод более полно отвечает обычным условиям фотографирования, поскольку во время съемки вся поверхность фотографического материала освещается одинаковое время.

Проявочный прибор

Весьма важным при сенситометрических испытаниях является соблюдение стандартных условий проявления сенситограммы. Отклонения от этих условий приводят к неверным результатам, поэтому для проявления применяются стандартные проявители и проявочные приборы, в которых температура проявителя строго контролируется.

Существенной особенностью проявочного прибора является наличие в нем устройства для перемешивания проявителя.

Денситометр

Принцип действия денситометра состоит в том, что пучок света, излучаемый лампой прибора, разделяется на две части, одинаковые по своей интенсивности; одна часть света проходит сквозь испытуемое поле сенситограммы, а другая — сквозь небольшой участок непрерывного оптического клина, оптические плотности которого в различных его участках обозначены на измерительной шкале прибора. Оба прошедших световых потока с помощью оптической системы приводятся к небольшому полю, наблюдаемому через окуляр прибора, в котором видна разница в яркости двух световых потоков. Оптический клин передвигают до тех пор, пока оба потока получат одинаковую яркость и как бы сливаются в один. При этом на измерительной шкале прибора отмечается величина оптической плотности измеряемого поля сенситограммы. Далее, как уже было сказано, найденные значения оптических плотностей всех полей сенситограммы наносятся в виде точек на сенситометрический график.

В некоторых денситометрах нанесение точек на график производится автоматически, прибором д е н с о г р а ф о м.

Сенситометрическая система Х и Д

В сенситометре Х и Д в качестве модулятора экспозиций применяется диск с девятью вырезами, угловые размеры которых от центра диска к краю убывают вдвое. Для большей конструктивной прочности диска самый большой вырез (внутренний) разделен на две части (см. рис. 119).

Сенситограмма, получаемая в этом сенситометре, соответственно имеет девять различных по плотности полей.

Угловые размеры наибольшего выреза соответствуют полуокружности, т. е. равны 180°. Этот вырез дает выдержку, равную половине общей. Угловые размеры каждого следующего выреза вдвое меньше предыдущего, т. е. равны 90; 45; 22,5 и так далее градусов.

Крайние экспозиции в этом сенситометре относятся как 1 : 256. С помощью небольшого электромотора диск приводится во вращение с постоянной и равномерной скоростью, равной около 100 оборотов в минуту. Продолжительность экспонирования контролируется секундомером.

В зависимости от степени светочувствительности испытуемого материала общее время действия сенситометра в период испытания материала длится 20, 40, 80 или 160 сек. Наибольшая экспозиция составляет при этом половину времени действия сенситометра, т. е. соответственно 10, 20, 40 или 80 сек.

Освещенность, даваемая лампой сенситометра, имеющей силу света в 1 *св*, равна примерно 10 метр-свечам, или люксам. Расстояние от лампы до поверхности испытуемого материала подбирают таким, чтобы по возможности обеспечить на сенситограмме получение наибольшей и наименьшей плотностей, т. е. получить на сенситометрическом графике всю характеристическую кривую. Для испытания материалов, различных по своей светочувствительности, экспозиции в сенситометре могут регулироваться в пределах от 0,01 до 320 CMS.

Для проявления сенситограммы применяются следующие проявители:

Сенситометрический проявитель № 1 для фотопластинок

Метол	1,0 *г*
Гидрохинон	5,0 *г*
Сульфит натрия кристаллический	52,0 *г*
Сода безводная	20,0 *г*
Бромистый калий	1,0 *г*
Вода дистиллированная	до 1000 *см*³

Сенситометрический проявитель № 2 для фото- и кинопленок

Метол	8,0 *г*
Сульфит натрия кристаллический	250,0 *г*
Сода безводная	5,75 *г*
Бромистый калий	2,5 *г*
Вода дистиллированная	до 1000 *см*³

Фиксирование сенситограмм производится в кислом фиксаже.

Кислый фиксаж

Тиосульфат натрия (гипосульфит)	250,0 *г*
Сульфит натрия кристаллический	50,0 *г*
Серная кислота (уд. в. 1,84)	5,0 *см*³
Вода кипяченая	до 1 000 *см*³

Для построения характеристических кривых применяются готовые сенситометрические графики (бланки) (рис. 122).

На верхней горизонтальной линии графика обозначены экспозиции H в секунда-метр-свечах. На нижней горизонтальной оси обозначены соответствующие этим экспозициям логарифмы экспозиций $\lg H$. На левой вертикальной оси отмечены оптические плотности D, на правой вертикальной линии обозначены коэфициенты контрастности γ.

В сенситометрической системе Х и Д критерием для определения светочувствительности принята точка инерции, а в качестве коэфициента пропорциональности число 10 *.

Для упрощения расчета на сенситометрических бланках имеется уже готовая шкала абсолютных чисел светочувствительности (см. рис. 122).

Числа, выражающие светочувствительность по этой системе, прямо пропорциональны степени светочувствительности, что упрощает расчет выдержки при замене фотографических материалов одной светочувствительности материалами другой светочувствительности. Так, если светочувствительность одних фотопластинок в числовом выражении вдвое больше светочувствительности других (например, 1000 и 500), то первые при прочих равных условиях съемки потребуют выдержки вдвое меньшей, чем вторые.

Для определения величины коэфициента контрастности пользуются следующим простым приемом: с помощью чертежного треугольника и линейки смещают прямолинейный участок характеристической кривой в правую часть сенситометрического графика до момента пересечения смещенной линии с точкой O, заранее нанесенной на горизонтальную ось графика. Пересечение этой линии с правой вертикальной осью графика (осью коэфициентов контрастности γ) дает значение коэфициента контрастности испытуемого материала.

Определение других параметров производится общими для всех систем методами, описание которых было дано выше.

Метод Х и Д не дает результатов, полностью отвечающих требованиям практики. Прежде всего, как уже было указано, не совпадают с практическими условия экспонирования испытуемого материала посредством вращающегося диска. Количество освещения дозируется здесь временем, а не силой света, как в процессе съемки. Далее, метод Х и Д не учитывает условий практического проявления, которые также оказывают влияние на конечный результат.

---

* В некоторых странах Западной Европы применяется коэфициент пропорциональности 34, вследствие чего числа, выражающие светочувствительность, получаются в 3,4 раза больше, чем в СССР, хотя определение светочувствительности производится по одной и той же сенситометрической системе.

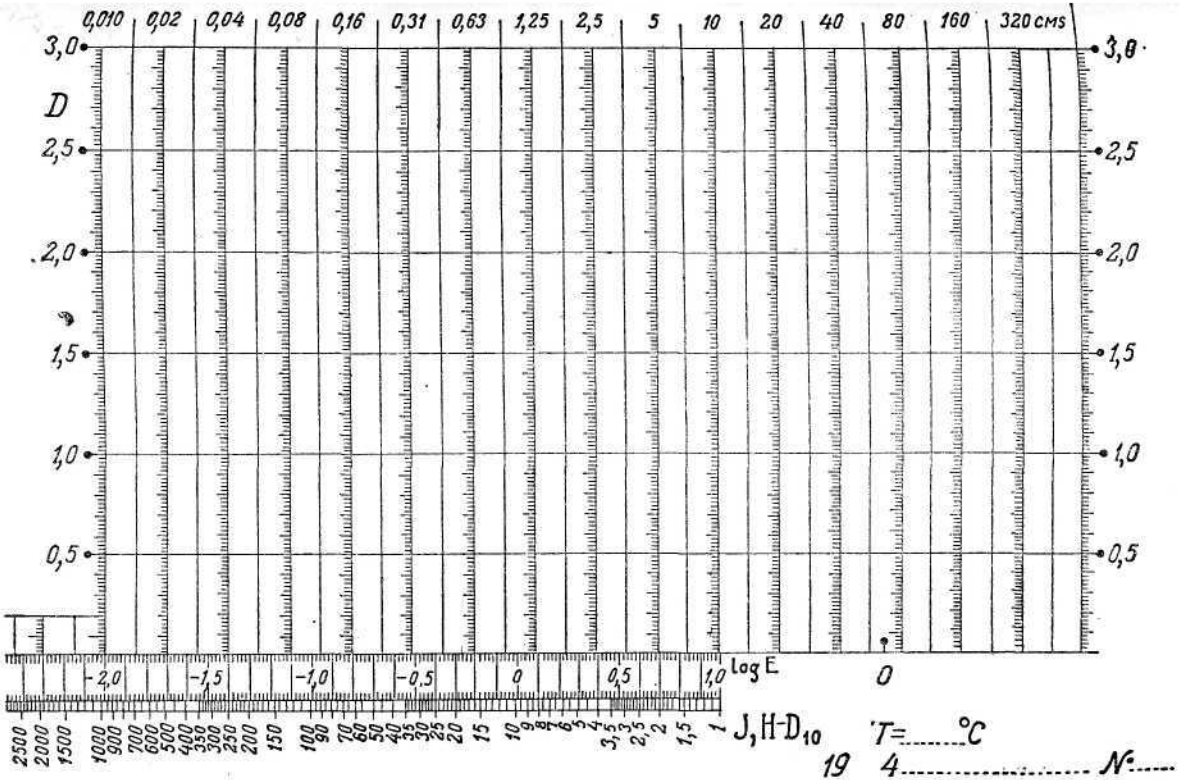


Рис. 122. Сенситометрический график (бланк) Х и Д

Сенситометрическая система ГОСТ

С целью устранить недостатки системы Х и Д и приблизить условия сенситометрических испытаний к условиям практического использования фотографических материалов в СССР с октября 1951 г. введен в действие новый метод общесенситометрического испытания фотографических материалов на прозрачной подложке (система ГОСТ 2817—50). В системе ГОСТ изменение количества освещения (модуляция) производится по шкале освещенности с помощью ступенчатого оптического клина и щелевого затвора при постоянном времени освещения, близком к обычно применяемым в фотографической практике.

Проявление сенситограмм производится до рекомендуемого ГОСТ значения коэфициента контрастности.

Источником света в сенситометре ФСР-4, применяемом в системе ГОСТ 2817—50, служит лампа накаливания с компактным светящимся телом. Сила света лампы подобрана так, чтобы обеспечить получение на среднем поле сенситограммы количество света 0,078; 0,110 или 0,156 люкс-секунд. Стеклянный светофильтр, помещаемый перед лампой, уподобляет свет лампы солнечному свету.

Ступенчатый оптический клин состоит из 21 ступени. Постоянная клина (разность оптических плотностей каждых двух соседних полей) равна 0,15. Таким образом, интервал экспозиций составляет около 1:1000.

После измерения оптических плотностей почернений всех полей сенситограммы значения этих плотностей наносят на сенситометрический график, показанный на рис. 123, и вычерчивают характеристическую кривую, по которой описанным уже методом определяют главнейшие параметры испытуемого материала.

В качестве критерия светочувствительности в системе ГОСТ принята точка на характеристической кривой, соответствующая оптической плотности, превышающей плотность вуали на 0,2 ($D = 0{,}2 + D_0$), а в качестве коэфициента пропорциональности — 1 (единица).

Общая светочувствительность вычисляется, таким образом, по формуле:

$$S_{0,2} = \frac{1}{H_{0,2+D_0}},$$

где H — экспозиция, выраженная в люкс-секундах, $S_{0,2}$ — светочувствительность, выраженная в единицах $ГОСТ_{0,2}$.

Под единицей $ГОСТ_{0,2}$ понимают светочувствительность такого фотографического материала, на котором указанная выше оптическая плотность почернения $0{,}2 + D_0$ возникает в результате действия количества света в 1 люкс-секунду.

Так, если $H = 0{,}04$, то

$$S_{0,2} = \frac{1}{0{,}04} = 25 \text{ (единиц ГОСТ)}.$$

Численные значения светочувствительности, проставляемые на фабричной упаковке, округляются до следующих чисел: 1; 1,4; 2; 2,8; 4; 5,5; 8; 11; 16; 22; 32; 45; 65; 90; 130; 180; 250; 350; 500; 700; 1000 и т. д.

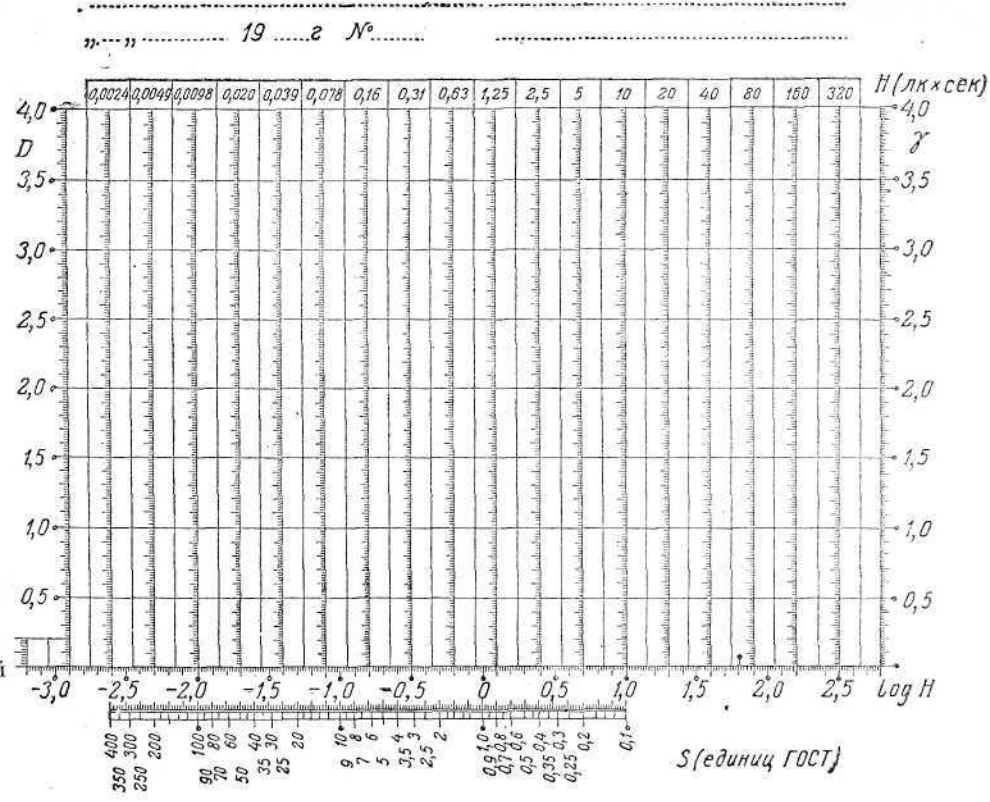


Рис. 123. Сенситометрический график (бланк) ГОСТ

Численное значение светочувствительности (в единицах) прямо пропорционально степени светочувствительности и, следовательно, обратно пропорционально выдержке при съемке.

Так, из двух фотопластинок (или пленок), из коих одна имеет светочувствительность 65 единиц ГОСТ, а другая 130, при прочих равных условиях съемки первая потребует вдвое большей выдержки, чем вторая.

Для проявления сенситограмм применяются следующие проявители:

для фотопластинок — сенситометрический проявитель № 1 (стр. 139);

для фото- и кинопленок — сенситометрический проявитель № 2 (стр. 139);

для позитивных пленок — проявитель № 3 следующего состава:

Метол	2 *г*
Гидрохинон	6 *г*
Сульфит натрия (безводный)	20 *г*
Сода (безводная)	26 *г*
Бромистый калий	4,5 *г*
Вода	до 1 000 *см*³

Фиксирование сенситограмм производится в неистощенном кислом фиксаже (см. стр. 140).

Сенситометрическая система ДИН

Третьей распространенной сенситометрической системой является система ДИН *.

В качестве модулятора экспозиций в системе ДИН применяется 30-польный ступенчатый оптический клин с приращением оптических плотностей от одной ступени к другой, равным 0,1. На каждом поле клина численно обозначена его оптическая плотность. Таким образом, на сенситограмме, экспонированной под таким оптическим клином, одновременно получаются и эти цифры.

Экспонирование производится в сенситометре со стандартным источником света и светофильтром при помощи шторного затвора с выдержкой в $^1/_{20}$ сек.

Синситограмма проявляется в специальном метолгидрохиноновом проявителе при определенной температуре в течение времени, при котором достигается максимальное значение светочувствительности.

Критерием светочувствительности в системе ДИН служит оптическая плотность почернения, превышающая плотность вуали на 0,1, т. е. $D = 0{,}1 + D_0$.

Светочувствительность выражается в градусах ДИН числом того поля сенситограммы, оптическая плотность которого превышает плотность вуали на 0,1, т. е. без помощи характеристической кривой.

Так, если искомым полем сенситограммы оказалось поле с числом 1,8, то светочувствительность испытуемого материала будет равна 1,8 или 18/10 ДИН.

* ДИН (DIN) — сокращенное Deutsche Industrie Normen (Германские промышленные стандарты). В данном случае имеется ввиду DIN 4512.

Изменение светочувствительности на 3° ДИН соответствует изменению светочувствительности в 2 раза. Так, пластинки или пленки 18/10 ДИН вдвое светочувствительнее пластинок 15/10 ДИН. Обозначение чувствительности в виде дробного числа позволяет легко отличить сенситометрическую систему ДИН от других.

Существенным недостатком системы ДИН является то, что получаемое по этой системе значение светочувствительности достигается при таком длительном времени проявления, которое обычно на практике не применяется, вследствие чего практически светочувствительность оказывается ниже обозначенной на упаковке материала.

Сравнение величин светочувствительности

Вследствие принципиального различия методов выражения светочувствительности по системам Х и Д и ГОСТ точного и постоянного переходного коэфициента от чисел светочувствительности в градусах Х и Д к числам светочувствительности в единицах ГОСТ не существует. В зависимости только от степени контрастности материалов этот коэфициент изменяется в значительных пределах (от 12 до 30).

Таблица 13

Ориентировочная сравнительная таблица значений светочувствительности различных сенситометрических систем

$ГОСТ_{0,2}$	11	16	22	32	45	65	90	130	180	250
Х и $Д_{10}$	250	350	500	700	900	1 400	2 000	3 000	4 000	6 000
$\frac{ДИН}{10}$	12/10	13/10	15/10	17/10	18/10	20/10	21/10	23/10	24/10	26/10

Перевод чисел систем Х и Д и ГОСТ составлен по данным госпромышленности. Числа даны с округлениями, принятыми в приведенных системах.

Испытание фотографических бумаг

Важнейшей характеристикой фотографических бумаг является контраст, мерой которого может служить обычный коэфициент контрастности γ. Следует, однако, учесть, что при получении изображения на фотобумаге путем печати с негатива практически используется почти весь интервал оптических плотностей бумаги, т. е. почти вся характеристическая кривая, а не только прямолинейный ее участок, как в случае применения негативных материалов. Контраст бумаги поэтому характеризуется не углом наклона прямолинейного участка характеристической кривой, как для негативных материалов, а так называемым *средним градиентом кривой* $\bar{g}$, представляющим собой на сенситометрическом

графике тангенс угла прямой, соединяющей некоторые две точки, расположенные у начала и конца характеристической кривой и отвечающие оптическим плотностям, используемым на практике, или так называемым минимальным полезным градиентам (рис. 124). Это тем более рационально, что в характеристических кривых фотографических бумаг прямолинейный участок почти отсутствует либо выражен настолько слабо, что им практически невозможно воспользоваться.

По той же причине в качестве критерия при определении светочувствительности фотобумаги используют точку, лежащую на середине среднего градиента кривой, а не в начале кривой, как при испытании негативных материалов.

Вообще измерение светочувствительности бумаги практически не является необходимым, поскольку светочувствительность не

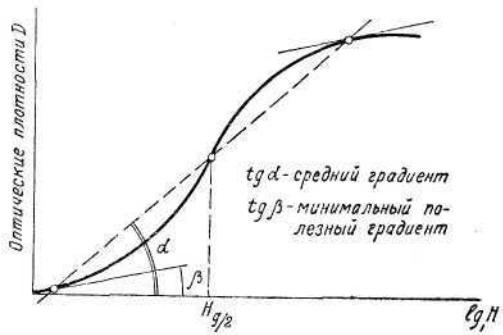


Рис. 124. Определение контрастности фотобумаг по среднему градиенту.

влияет на характер позитивного изображения. Однако если требуется определить светочувствительность, то применяется тот же метод и та же общая формула, что и для негативных материалов (см. стр. 132).

Светочувствительность фотобумаг выражается величиной, обратной экспозиции для средней точки среднего градиента характеристической кривой. За коэфициент пропорциональности принимается число 100:

$$S = \frac{100}{H_{\frac{g}{2}}}.$$

Оптическая плотность вуали у фотографических бумаг очень мала и практически может быть приравнена к нулю. Однако плотность вуали возрастает с увеличением времени проявления. Поэтому при испытании фотобумаг их проявляют определенное время, в течение которого вуаль не успевает возникнуть, что рекомендуется делать и в обычной фотографической практике. Максимальная оптическая плотность фотобумаг при таком времени проявления практически постоянна и зависит лишь от характера поверхности

бумаги. Обобщенные экспериментальные данные показывают, что в среднем D_{max} у глянцевых бумаг равна 1,4, у полуматовых — 1,2, у матовых — 1,0.

На основании этих экспериментальных данных можно значительно упростить методику сенситометрического испытания фотобумаг и обойтись без измерения плотностей сенситограммы и без построения характеристических кривых. Метод такого сенситометрирования разработан в ГОИ (Государственном оптическом институте) и в общих чертах заключается в следующем.

Лист испытуемой фотобумаги экспонируется под так называемым тестом ГОИ. Тест представляет собой стеклянную пластинку, на которой размещены три негатива одного и того же сюжета, имеющие различную контрастность и обозначенные буквами *Н*, *К* и *ОК*, соответственно означающих: *Н* — нормальная, *К* — контрастная и *ОК* — особо контрастная. Кроме того, на пластинке имеется нейтрально серый ступенчатый клин, состоящий из 30 ступеней с константой 0,1 и с интервалом оптических плотностей от 0,3 до 3,3. (В целях сохранения компактности теста оптический клин разделен на две части.)

Цифры *5*, *10*, *15* и т. д., поставленные вдоль оптического клина, обозначают порядковые номера полей и облегчают определение этих номеров. Наконец, на тесте помещены два цветных светофильтра, предназначенных для определения цветочувствительности бумаги.

Экспонирование бумаги не требует специальных источников света и может производиться в фотокопировальном станке или с помощью копировальной рамки при обычных электрических лампах. Необходимо лишь, чтобы свет, падающий на тест, был рассеянным и достаточно равномерным на всей его поверхности и чтобы экспозиция давала возможность получить удовлетворительное изображение одного из трех негативов.

В промышленных условиях для этой цели применяется сенситометр с лампой такой силы, при которой необходимые данные получаются при выдержке 20 сек., отмеряемой специальным затвором.

После экспонирования отпечаток проявляется в течение времени, гарантирующего от появления вуали (не более 2 мин.) при температуре 20° С в проявителе следующего состава:

Метол	1 *г*
Гидрохинон	5 *г*
Сульфит натрия безводный	26 *г*
Сода безводная	20 *г*
Бромистый калий	1 *г*
Вода	до 1000 *см*³

Фиксируется в неистощенном кислом фиксаже (стр. 140).

Полученный таким образом отпечаток с теста дает возможность прежде всего определить тип фотобумаги по контрасту. В зависимости от того, какой из негативов дал наилучший отпечаток (с буквами *К*, *Н* или *ОК*) определяют принадлежность бумаги к типу нормальной, контрастной или особо контрастной.

Отпечаток дает также возможность определить численное значение полезного интервала экспозиций L_g и средний градиент $\bar{g}$ испытуемой бумаги.

Полезный интервал экспозиций определяется по формуле:

$$L_g = 0{,}1(N_2 - N_1),$$

где L_g — полезный интервал экспозиций; N_1 — порядковый номер различаемого поля в наиболее плотной части оптического клина; N_2 — то же в наименее плотной части оптического клина; 0,1 — константа оптического клина. Так, например, если N_2 соответствует 20-му полю, а N_1 — 12-му полю, то

$$L_g = 0{,}1(20-12) = 0{,}1 \cdot 8 = 0{,}8.$$

Определив полезный интервал экспозиций, можно вычислить средний градиент $\bar{g}$, связанный с полезным интервалом экспозиций следующим соотношением:

$$\bar{g} = \frac{D_g}{L_g},$$

где D_g — полезный интервал плотностей, который без большой погрешности можно принять равным максимальной оптической плотности D_{max}. Так, например, если $L_g = 0{,}8$, то для глянцевой фотобумаги, у которой $D_g = D_{max} = 1{,}4$,

$$\bar{g} = \frac{1{,}4}{0{,}8} \cong 1{,}8.$$

Для полуматовой бумаги, у которой $D_g = D_{max} = 1{,}2$,

$$\bar{g} = \frac{1{,}2}{0{,}8} = 1{,}5.$$

Для матовой бумаги, у которой $D_g = D_{max} = 1{,}0$,

$$\bar{g} = \frac{1{,}0}{0{,}8} \cong 1{,}3.$$

Из сравнения полученных данных можно видеть, что при равном интервале экспозиций глянцевые фотобумаги дают более контрастное изображение, чем матовые.

Светочувствительность S определяется по среднему геометрическому из количеств освещения, соответствующих крайним, хорошо различимым ступеням изображения клина.

Светочувствительность определяется по формуле:

$$S = 100 : \frac{H_1 + H_2}{2},$$

где H_1 и H_2 — количества освещения (экспозиции), при которых получены первое и последнее хорошо различимые ступени изображения клина. Так, например, если $H_1 = 8$ CMS, а $H_2 = 32$ CMS, то светочувствительность будет:

$$S = 100 : \frac{8+32}{2} = 5.$$

Цветные светофильтры теста служат для определения цветочувствительности бумаги, которая, однако, имеет в данном случае совершенно иное значение, чем в негативных материалах, и определяется с целью установить, при каком лабораторном освещении данный сорт бумаги следует обрабатывать.

КЛАССИФИКАЦИЯ, АССОРТИМЕНТ И НАЗНАЧЕНИЕ ФОТОГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Классификация и ассортимент фотопластинок

Согласно ГОСТ 5553—50 фотографические пластинки классифицируются по следующим основным признакам: 1) по общей светочувствительности; 2) по спектральной светочувствительности; 3) по контрастности.

Таблица 14

Классификация фотографических пластинок по общей светочувствительности

Светочувствительность по ГОСТ	Степень светочувствительности	Светочувствительность по ГОСТ	Степень светочувствительности
11 и 16	Низкой светочувствительности	90 и 130	Высокой светочувствительности
22 и 32	Малой светочувствительности	180 и 250	Высшей светочувствительности
45 и 65	Средней светочувствительности	Свыше 350	Наивысшей светочувствительности

Таблица 15

Классификация фотографических пластинок по спектральной светочувствительности

Вид пластинок	Граница сенсибилизации в длинах волн
Несенсибилизированные	Естественная чувствительность галоидного серебра до 500 mμ
Ортохроматические	580—600 mμ; пониженная чувствительность в области излучений с длиной волны около 500 mμ
Изоортохроматические	580—600 mμ
Изохроматические	620—650 mμ
Панхроматические	660—730 mμ; пониженная чувствительность в области излучений с длиной волны 490—540 mμ
Изопанхроматические	660—730 mμ

Таблица 16

Классификация фотографических пластинок по контрастности

Степень контрастности пластинок	Рекомендуемый ГОСТ коэфициент контрастности $\gamma_{рек}$
Мягкие	0,8
Нормальные	1,2
Контрастные	1,7
Особо контрастные	2,5
Сверхконтрастные	Более 3,0

Таблица 17

Классификация фотографических пластинок по признаку их назначения

Тип пластинок	Вид пластинок	Степень контрастности пластинок
Негативные, общего назначения	Несенсибилизированные	Мягкие Нормальные Контрастные
	Изоортохроматические «Изоорто»	То же
	Изохроматические «Изохром»	»
	Панхроматические «Панхром»	»
Позитивные	Диапозитивные	Контрастные Особо контрастные Сверхконтрастные
Репродукционные	Полутоновые несенсибилизированные	Нормальные Контрастные
	Полутоновые «Изоорто»	То же
	Полутоновые «Панхром»	»
Репродукционные	Штриховые не сенсибилизированные	Особо контрастные Сверхконтрастные
	Штриховые «Изоорто»	То же
	Штриховые «Панхром»	»

Примечание. Все перечисленные типы и виды фотографических пластинок, за исключением диапозитивных, выпускаются обыкновенные и противоореольные.

Таблица 18

Сенситометрические характеристики фотопластинок

(По номенклатуре и техническим условиям 1951 г.)

Группа и наименование пластинок	Светочувствительность S по X и $Д_{18}$	Коэфициент контрастности γ (не ниже)	Оптическая плотность вуали D_0 (не выше)	Максимальная оптическая плотность D_{max} (не ниже)	Эффективная светочувствительность S_φ	Спектральная светочувствительность (пределы сенсибилизации)	Фотографическая широта L (не ниже)
I. Негативные общего назначения							
«Изоорто»	200—400	Мягкие 0,7—1,0 Нормальные 1,1—1,4 Контрастные 1,5—1,9	0,12	2,5	10%	От 400 до 600 mμ	1,8 1,5 1,1
	400—800	То же	0,16	2,5	10%	От 400 до 600 mμ	То же
	800—1400	»	0,20	2,5	10%	От 400 до 600 mμ	»
«Изохром»	200—400	Мягкие 0,7—1,0 Нормальные 1,1—1,4 Контрастные 1,5—1,9	0,12	2,5	25%	От 400 до 650 mμ	1,8 1,5 1,1
	400—800	То же	0,16	2,5	25%	От 400 до 650 mμ	То же
	800—1400	»	0,20	2,5	25%	От 400 до 650 mμ	»
«Панхром»	200—400	Мягкие 0,7—1,0 Нормальные 1,1—1,4 Контрастные 1,5—1,9	0,12	2,5	30%	От 400 до 700 mμ	1,8 1,5 1,1
	400—800	То же	0,16	2,5	30%	От 400 до 700 mμ	То же
	800—1 400	»	0,20	2,5	30%	От 400 до 700 mμ	»
II. Позитивные							
Диапозитивные	0,5—5,0	Контрастные 1,5—1,9 Особо контрастные 2,0—3,0 Сверхконтрастные 3,1 и выше	0,08	3,0	Несенсибилизированные	От 400 до 500 mμ	1,1 0,9—0,6 0,4

Продолжение

Группа и наименование пластинок	Светочувствительность S по Х и $Д_{10}$	Коэфициент контрастности γ (не ниже)	Оптическая плотность вуали $O_в$ (не выше)	Максимальная оптическая плотность D_{max} (не ниже)	Эффективная светочувствительность S_φ	Спектральная светочувствительность (пределы сенсибилизации)	Фотографическая широта L (не ниже)
III. Репродукционные							
Полутоновые несенсибилизированные	10—100	Нормальные 1,1—1,4 Контрастные 1,5—1,9	0,12	2,8	Несенсибилизированные	От 400 до 500 mμ	1,5 1,1
Полутоновые «Изоорто»	10—100	Нормальные 1,1—1,4 Контрастные 1,5—1,9	0,12	2,8	10%	От 400 до 600 mμ	1,5 1,1
Полутоновые «Панхром»	10—100	Нормальные 1,1—1,4 Контрастные 1,5—1,9	0,12	2,8	30%	От 400 до 700 mμ	1,5 1,1
Штриховые несенсибилизированные	10—100	Особо контрастные 2,0—3,0 Сверхконтрастные 3,1 и выше	0,12	3,0	Несенсибилизированные	От 400 до 500 mμ	0,9—0,6 0,4
Штриховые «Изоорто»	10—100	Особо контрастные 2,0—3,0 Сверхконтрастные 3,1 и выше	0,12	3,0	10%	От 400 до 600 mμ	0,9—0,6 0,4
Штриховые «Панхром»	10—100	Особо контрастные 2,0—3,0 Сверхконтрастные 3,1 и выше	0,12	3,0	30%	От 400 до 700 mμ	0,9—0,6 0,4

СЕНСИТОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФОТОПЛАСТИНОК

(По номенклатуре и техническим условиям 1952 г.)

Таблица 19

Сенситометрические показатели негативных пластинок общего назначения

Степень общей светочувствительности	*Светочувствительность* (в единицах ГОСТ)	Плотность вуали			
		Несенсибилизированные	„Изоорто"	„Изохром"	„Панхром"
Низкая	11 и 16	0,10	0,12	0,12	0,15
Малая	22 и 32	0,10	0,12	0,12	0,15
Средняя	45 и 65	0,12	0,12	0,15	0,18
Высокая	90 и 130	—	0,15	0,18	0,22
Высшая	180 и 250	—	0,22	0,24	0,30

Степень контрастности	Максимальный коэфициент контрастности γ_{max}	Фотографическая широта L
Мягкие	0,9—1,15	1,5
Нормальные	1,2—1,6	1,2
Контрастные	1,7—2,0	0,9

Примечание. Данные верны при проявлении в проявителе № 1 в течение времени, необходимого для достижения рекомендуемого госпромышленностью коэфициента контрастности (4—8 мин.).

Рекомендуемые госпромышленностью коэфициенты контрастности для фотопластинок равны: для мягких пластинок —1,0, для нормальных —1,3, для контрастных —1,5, для особо контрастных — 2,0, для сверхконтрастных —3,0.

Таблица 20

Сенситометрические показатели диапозитивных пластинок

Степень ковтрастности	Светочувствительность S (в единицах ГОСТ)	Плотность вуали D_0 (не выше)	Максимальная оптическая плотность D_{max}	Максимальный коэфициент контрастности γ_{max}
Контрастные	0,18—0,7	0,08	2,8	1,7—2,0
Особо контрастные	0,18—0,7	0,08	3,0	2,4—3,0
Сверхконтрастные	0,18—0,7	0,08	3,0	3,6 и выше

Примечание. Данные верны при проявлении в проявителе № 1 в течение времени, необходимого для достижения рекомендуемого госпромышленностью коэфициента контрастности (3—6 мин.).

Таблица 21

Сенситометрические показатели репродукционных пластинок

Степень контрастности	Светочувствительность (в единицах ГОСТ)	Плотность вуали D_0 (не выше)	Максимальная оптическая плотность D_{max}	Максимальный коэфициент контрастности γ_{max}
Нормальные	2,8	0,12	2,5	1,2—1,6
Контрастные	2,8	0,12	2,8	1,7—2,0
Особо контрастные	1,4	0,12	3,0	2,4—3,0
Сверхконтрастные	1,0	0,12	3,0	3,6 и выше

Примечание. Данные верны при проявлении в проявителе № 1 в течение времени, необходимого для достижения рекомендуемого госпромышленностью коэфициента контрастности (для сверхконтрастных пластинок 6—8 мин., для прочих 4—6 мин.)

Качественные показатели физических свойств фотопластинок

Температура плавления эмульсионного слоя фотографических пластинок для всех сортов должна быть не ниже +32°С. При температуре +25°С эмульсионный слой не должен отставать от стекла при обработке фотографическими растворами в течение 20 мин., а при промывке водой — в течение 30 мин.

Полив эмульсии должен быть ровным по всей поверхности и свободным от недостатков: засветок, желтизны, царапин, пузырей и т. п. При обнаружении перечисленных дефектов фотопластинки признаются бракованными и подлежат замене.

Маркировка фотопластинок

При маркировке фотопластинок на упаковке указываются наиболее важные для практического использования сенситометрические характеристики, а именно: наименование типа фотопластинок («Изоорто», «Изохром», «Панхром»), отражающее их спектральную чувствительность; число, выражающее светочувствительность пластинок (по Х и $Д_{10}$ или по ГОСТ, в зависимости от времени выпуска фотопластинок); степень контрастности пластинок (мягкие, нормальные, контрастные, особо контрастные, сверхконтрастные).

Кроме того, на упаковке указываются формат и количество пластинок в коробке; рецепт рекомендуемого проявителя; характер освещения, при котором пластинки можно вскрывать и обрабатывать; дата выпуска фотопластинок; номер эмульсии (полива).

Сроки и условия хранения фотопластинок

Гарантийный срок годности фотографических пластинок в оригинальной упаковке при соблюдении нормальных условий хранения для всех видов пластинок установлен 12 месяцев. В течение этого срока согласно промышленным техническим условиям до-

пускается возрастание оптической плотности вуали на 30% и изменение всех других фотографических показателей на 25%.

Под нормальными имеются в виду следующие условия хранения:

1) фотопластинки должны храниться в сухих, хорошо вентилируемых помещениях при температуре воздуха не ниже 12 и не выше 20°С и относительной влажности воздуха от 55 до 75%;

2) располагать их следует на полках или в шкафах на высоте 0,5 *м* от пола и на расстоянии не менее 1 *м* от отопительных приборов;

3) коробки с фотопластинками следует ставить на ребро;

4) следует оберегать коробки с фотопластинками от прямых солнечных лучей, особенно в тех случаях, когда коробки вскрыты;

5) в помещение, где хранятся фотопластинки, не должны проникать вредные для светочувствительного слоя газы, как то: сероводород, аммиак и др., поэтому пластинки рекомендуется хранить вдали от химических веществ и мест, где могут возникать такие газы.

Классификация и ассортимент фотопленок

Согласно ГОСТ 5554—50 фотографические пленки классифицируются по следующим признакам: 1) по потребительским форматам; 2) по общей светочувствительности; 3) по спектральной чувствительности; 4) по контрастности.

По потребительским форматам фотографические пленки подразделяются на плоскую форматную, катушечную неперфорированную и катушечную перфорированную.

Плоской форматной пленкой называется пленка, нарезанная на перечисленные ниже стандартные форматы и применяемая в пластиночных аппаратах аналогично фотопластинкам.

Формат плоских пленок (в сантиметрах):

4,5 × 6*	9 × 12	18 × 24
6 × 9	6 × 13*	24 × 30
6,5 × 9	10 × 15	30 × 40
4,5 × 10,7*	13 × 18	

Катушечной неперфорированной пленкой называется пленка, нарезанная на ленты длиной 815 *мм* и шириной 61,5 *мм*, подклеенная к светозащитному бумажному ракорду и вместе с ним намотанная на катушку. Катушечная неперфорированная пленка предназначена для пленочных аппаратов. Особая упаковка позволяет производить зарядку аппаратов на свету.

Катушечной перфорированной пленкой называется отрезок нормальной 35-*мм* кинопленки длиной 165 *см* (включая зарядный и заправочный концы).

Перфорированная катушечная пленка предназначена для применения ее в малоформатных камерах («ФЭД», «Зоркий», «Киев» и др.).

Классификация фотографических пленок по общей и спектральной светочувствительности аналогична классификации фотопластинок (см. стр. 149).

* Форматы, отмеченные звездочкой, в настоящее время промышленностью не выпускаются.

Таблица 22

Классификация фотографических пленок по контрастности

Степень контрастности	Рекомендуемый ГОСТ коэфициент контрастности $\gamma_{рек.}$
Особо мягкие	0,65
Мягкие	0,8
Нормальные	1,2
Контрастные	1,7
Особо контрастные	2,5

Таблица 23

Классификация фотографических пленок по общей и спектральной светочувствительности

(По номенклатуре и техническим условиям 1951 г.)

Наименование пленок	Цветочувствительность	Степень светочувствительности
«Ортохром-1»	Ортохроматическая	Средней чувствительности и высокочувствительная
«Ортохром-2»	»	
«Изопан-1»	Изохроматическая	Средней чувствительности, высокочувствительная и сверхчувствительная
«Изопан-2»	»	
«Изопан-3»	»	
«Панхром-1»	Панхроматическая	
«Панхром-2»	»	
«Панхром-3»	»	

(По номенклатуре и техническим условиям 1952 г.)

Наименование пленок	Цветочувствительность	Степень светочувствительности
«Ортохром»	Ортохроматическая	Малой, средней и высокой светочувствительности
«Изохром»	Изохроматическая	
«Панхром»	Панхроматическая	Средней, высокой и высшей светочувствительности
«Изопанхром»	Изопанхроматическая	

Таблица 24

Сенситометрические характеристики фотопленок

(По номенклатуре и техническим условиям 1951 г.)

Наименование пленок	Светочувствительность S по X и $Д_{10}$	Степень и коэфициент контрастности γ	Оптическая плотность вуали D_0 (не выше)	Спектральная светочувствительность (пределы сенсибилизации)	Разрешающая способность R (в линиях на миллиметр)	Фотографическая широта L (не ниже)
«Ортохром-1»	От 600 до 1 200	Мягкая 0,7—1,0 Нормальная 1,1—1,4 Контрастная 1,5—1,9 Особо контрастная 2,0—3,0	0,10	От 400 до 580 mμ	70	1,8 1,5 1,1 0,9—0,6
«Ортохром-2»	От 1 200 до 2 000	То же	0,15	От 400 до 580 mμ	60	То же
«Изопан-1»	От 600 до 1 200	»	0,15	От 400 до 640 mμ	70	»
«Изопан-2»	От 1 200 до 2 000	»	0,18	От 400 до 640 mμ	60	»
«Изопан-3»	Свыше 2 000	»	0,22	От 400 до 640 mμ	50	»
«Панхром-1»	От 600 до 1 200	»	0,18	От 400 до 680 mμ	70	»
«Панхром-2»	От 1 200 до 2 000	»	0,22	От 400 до 680 mμ	60	»
«Панхром-3»	Свыше 2 000	»	0,25	От 400 до 680 mμ	50	»

СЕНСИТОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФОТОПЛЕНОК
(По номенклатуре и техническим условиям 1952 г.)

Таблица 25а

Светочувствительность и плотность вуали

Степень общей светочувствительности	Светочувствительность S (в единицах ГОСТ)	Плотность вуали D_0			
		«Ортохром»	«Изохром»	«Изопанхром»	«Панхром»
Низкая	11— 16	0,10	0,10	0,12	0,15
Малая	22— 32	0,10	0,10	0,12	0,15
Средняя	45— 65	0,12	0,12	0,15	0,18
Высокая	90—130	0,15	0,15	0,18	0,22
Высшая	180—250	0,18	0,20	0,24	0,30

Таблица 25б

Коэфициент контрастности и фотографическая широта

Степень контрастности	Максимальный коэфициент контрастности γ_{max}	Фотографическая широта L
Мягкая	0,7—0,88	2,1—1,8
Нормальная	0,9—1,15	1,8—1,5
Контрастная	1,2—1,8	1,5—1,1

Примечание. Данные верны при проявлении в проявителе № 2 в течение времени, необходимого для достижения рекомендуемого госпромышленностью коэфициента контрастности (для мягких пленок 6—10 мин., для нормальных и контрастных 6—12 мин.)

Рекомендуемые госпромышленостью коэфициенты контрастности для фотопленок равны: для мягких пленок 0,65, для нормальных 1,0, для контрастных 1,3.

Таблица 26

Разрешающая способность

Светочувствительность S (в единицах ГОСТ)	Разрешающая способность в линиях на миллиметр	Светочувствительность S (в единицах ГОСТ)	Разрешающая способность (в линиях на миллиметр)
11—16	90	90—130	60
22—32	80	180—250	50
45—65	70		

Фотографическая пленка выпускается на бесцветной или противоореольной нитроцеллулоидной подложке, оптическая плотность которой, включая плотность подслоя и лаковых покрытий, равна: для бесцветной подложки 0,06; для противоореольной 0,25.

Качественные показатели физических свойств фотопленок

Температура плавления эмульсионного слоя фотографических пленок должна быть не ниже 32°С. Необходимо, чтобы светочувствительный слой был равномерно нанесен на подложку и не имел черных или белых точек, пятен, царапин, электроразрядов и др.

При температуре рабочих растворов до 21°С или промывной воды до 18°С эмульсионный слой не должен отслаиваться от подложки в продолжение 25 мин. (для всех сортов пленки).

При обнаружении перечисленных дефектов фотопленки признаются бракованными и подлежат замене.

Маркировка фотопленок

При маркировке фотопленок на упаковке указываются те же сенситометрические характеристики, что и на упаковке фотопластинок, а именно: наименование типа и вида пленок; степень светочувствительности; характер контрастности.

Кроме того, указываются: продолжительность проявления для достижения рекомендуемого коэфициента контрастности; формат или длина пленки; количество пленок или количество снимков (кадров) определенного размера, укладывающееся на пленке; номер эмульсии (полива); характер освещения, при котором пленки можно вскрывать и обрабатывать; предельный срок хранения пленки.

Сроки и условия хранения фотопленок

Гарантийный срок годности фотографических пленок в оригинальной упаковке при соблюдении нормальных условий хранения установлен:

Для пленок малой чувствительности		18	месяцев
» » средней	»	15	»
» » высокой	»	12	»
» сверхчувствительных пленок		9	»

Отклонения в показателях фотографических свойств пленок в течение гарантийного срока согласно техническим условиям промышленности допускаются в пределах 25% от первоначальных.

Нормальные условия хранения фотопленок аналогичны условиям хранения фотопластинок (см. стр. 155).

Назначение негативных материалов

Назначение негативных материалов определяется их основными фотографическими свойствами: 1) общей светочувствительностью; 2) степенью контрастности; 3) спектральной чувствительностью.

Практическое значение степени светочувствительности негативных материалов заключается, во-первых, в возможном сокращении применяемых при съемке выдержек и, во-вторых, в возможности производить фотографическую съемку в неблагоприятных световых условиях.

Материалы низкой и малой светочувствительности (до 32 единиц ГОСТ) предназначены для съемки при благоприятных световых условиях, а также для съемки неподвижных или малоподвижных объектов, т. е. для случаев, когда условия съемки допускают применение сравнительно продолжительных выдержек.

Материалы средней и высокой светочувствительности (от 45 до 130 единиц ГОСТ) предназначены для съемки при менее благоприятных световых условиях, а также для съемки быстро движущихся объектов, не допускающих применения продолжительных выдержек.

Материалы высшей светочувствительности (свыше 180 единиц ГОСТ) предназначены для съемки в неблагоприятных световых условиях, а также для съемки весьма быстро движущихся объектов, требующих применения очень коротких выдержек.

Следует учесть, что при равных показателях степени контрастности и спектральной чувствительности степень общей светочувствительности не влияет на характер фотографического изображения.

Практическое значение степени контрастности негативных материалов заключается в возможности изменять характер фотографического изображения в соответствии с техническими или творческими задачами фотографа.

Особо мягкие негативные материалы (с γ от 0,6 до 0,65) предназначены для значительного смягчения на изображении контраста объекта. В любительской практике такие материалы не находят применения; они используются главным образом для получения дубликатов негативов при размножении кинофильмов.

Мягкие негативные материалы (с γ от 0,7 до 1,0) предназначены для смягчения на изображении контраста объекта в случаях, когда этот контраст слишком велик (например, освещенные солнцем белые здания на фоне темнозеленой листвы). В любительской практике применяются сравнительно редко.

Нормальные негативные материалы (с γ от 1,1 до 1,4) предназначены для нормальной передачи контраста объекта. Находят наибольшее применение в фотолюбительской практике.

Контрастные негативные материалы (с γ от 1,5 до 1,9) предназначены для некоторого увеличения на изображении контраста объекта, например при съемке в пасмурную погоду. Находят широкое применение в фотолюбительской практике.

Особо контрастные негативные материалы (с γ от 2,0 до 3,0) предназначены для значительного увеличения на изображении контраста объекта. В фотолюбительской практике применяются, главным образом, при штриховой репродукции.

Сверхконтрастные негативные материалы (с γ более 3,0) для натурной съемки не применяются; предназначены для штриховой репродукции и звукозаписи в кино.

Практическое значение спектральной чувствительности негативных материалов заключается в возможности изменять харак-

тер цветопередачи на снимке. На рис. 125 приведены кривые цветочувствительности различных материалов.

Следует отметить, что вопрос цветопередачи связан также с применением компенсационных светофильтров (см. стр. 218), без которых эффект цветопередачи на сенсибилизированных материалах почти неощутим, так как сенсибилизированные материалы при съемке без светофильтров действуют почти как несенсибилизированные.

Приведенные ниже указания о назначении негативных материалов даны с учетом применения светофильтров.

Несенсибилизированные материалы чувствительны только к фиолетовой, синей и сине-зеленой зонам спектра и нечувствительны ко всем остальным, вследствие чего желтые, оранжевые и красные цвета передаются ими как черные. Несенсибилизированные материалы не допускают применения компенсационных светофильтров и предназначены главным образом для репродуцирования одноцветных штриховых оригиналов.

Обработку несенсибилизированных материалов можно производить при оранжевом освещении.

Ортохроматические материалы чувствительны к сине-фиолетовой и зелено-желтой зонам спектра с понижением в зеленой зоне и нечувствительны в оранжево-красной, вследствие чего оранжевые и красные цвета передаются ими как черные.

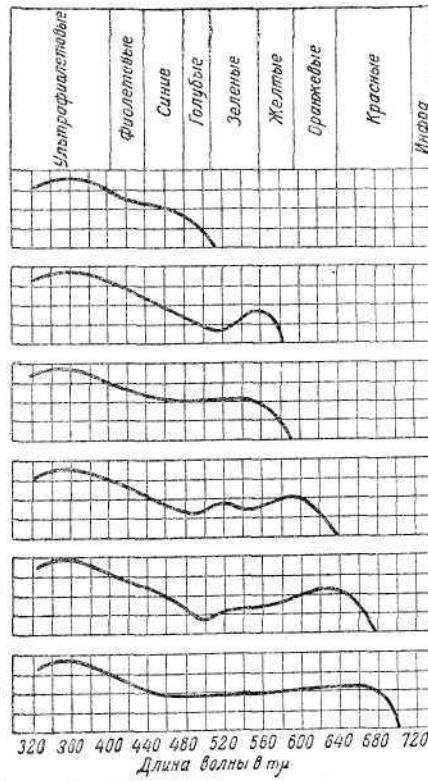


Рис. 125. Кривые цветочувствительности различных фотографических материалов:

1—несенсибилизированного; *2*—ортохроматического; *3*—изоортохроматического; *4*— изохроматического; *5* — панхроматического; *6*— изопанхроматического

При работе с ортохроматическими материалами следует применять желтый светофильтр. Оранжевые и красные светофильтры неприменимы. Круг применения ортохроматических материалов определяется требованиями, которые предъявляются к цветопередаче. Достоинство их заключается главным образом в том, что они

допускают обработку при красном освещении и позволяют, таким образом, вести визуальное наблюдение за ходом проявления.

В любительской практике ортохроматические материалы применимы для всех видов съемки.

Изоортохроматические материалы обладают той же спектральной чувствительностью, что и ортохроматические, но равномернее очувствлены к различным зонам спектра (без понижения в зеленой зоне). По существу изоортохроматические материалы представляют собой более совершенный тип ортохроматических материалов.

Благодаря повышенной чувствительности к зеленой зоне спектра изоортохроматические материалы более пригодны для съемки сюжетов, богатых зелеными цветами (например, летний пейзаж), чем ортохроматические. В остальных случаях круг их применения аналогичен кругу применения ортохроматических материалов.

При съемке на изоортохроматических материалах следует применять желтый светофильтр. Возможно применение и светло-оранжевых светофильтров, однако с учетом того, что они вызывают значительное увеличение выдержки. Оранжевые и особенно красные светофильтры неприменимы.

Обработку изоортохроматических материалов можно производить только при темнокрасном освещении.

Изохроматические материалы чувствительны к сине-фиолетовой, зелено-желтой и оранжевой зонам спектра с понижением в зеленой зоне и нечувствительны к темнокрасной зоне, вследствие чего красные цвета передаются ими как черные или слишком темные.

При съемке на изохроматических материалах следует применять желтый или оранжевый светофильтры. Возможно применение и темнооранжевых светофильтров, но они вызывают значительное увеличение выдержки. Красные светофильтры неприменимы.

Достоинством изохроматических материалов является удовлетворительная передача при средних желтых светофильтрах, причем они вызывают сравнительно небольшое увеличение выдержки.

Обработку изохроматических материалов можно производить при очень темном красном освещении; лучше делать это в полной темноте. В любительской практике изохроматические материалы вполне пригодны для всех видов съемки.

Панхроматические материалы чувствительны ко всей видимой зоне спектра, включая ближнюю красную зону, однако имеют значительное понижение в зеленой зоне.

При съемке на панхроматических материалах следует применять желтый или оранжевый светофильтр (включая темнооранжевый). Возможно применение и красных светофильтров, но они вызывают значительное увеличение выдержки. Темнокрасные светофильтры неприменимы.

Панхроматические материалы дают вполне удовлетворительную цветопередачу уже при светлом желтом светофильтре, причем он почти не оказывает влияния на продолжительность выдержки. При съемке с оранжевым и особенно красным светофильтром происходит «переисправление» цветопередачи. Красные цвета могут при этом получиться значительно светлее, чем равные им по визуальной яркости синие, что не согласуется с визуальным впе-

чатлением о натуре. Поэтому при обычной съемке оранжевыми и красными светофильтрами следует пользоваться с осторожностью.

Достоинство панхроматических материалов заключается в том, что они имеют высокую эффективную светочувствительность, т. е. чувствительность к оранжево-красной зоне спектра, и вследствие этого позволяют производить съемку при искусственном освещении, богатом оранжево-красными лучами, с относительно короткими выдержками. При таком освещении удовлетворительная цветопередача достигается и без применения светофильтров.

Обработку панхроматических материалов можно вести при тщательно проверенном темнозеленом освещении (лучше в темноте).

Изопанхроматические материалы по своей спектральной чувствительности представляют собой более совершенный тип панхроматических материалов и отличаются от них тем, что не имеют понижения в зеленой зоне спектра и очувствлены к более далекой красной зоне.

Назначение и круг применения изопанхроматических материалов аналогичны панхроматическим. Обработку их следует производить в полной темноте.

Назначение репродукционных материалов

В качестве репродукционных материалов фотопромышленность выпускает для широкого пользования только фотопластинки. Материалы эти отличаются от обычных более низкой чувствительностью и высокой разрешающей способностью, играющей весьма важную роль в репродукционной фотографии.

Применительно к различным видам оригиналов репродукционные пластинки делятся на ш т р и х о в ы е, предназначенные для штриховых оригиналов, и п о л у т о н о в ы е, предназначенные для полутоновых оригиналов. В каждой из этих групп имеются пластинки несенсибилизированные и сенсибилизированные к различным зонам спектра. Степень и характер сенсибилизации репродукционных пластинок аналогичны таким же типам негативных пластинок.

Таблица 27

Назначение репродукционных пластинок в зависимости от характера исполнения и цветности оригиналов

Тип и наименование пластинок	Назначение
I. Штриховые	
Несенсибилизированные	Репродукция черно-белых штриховых оригиналов (чертежей, планов, печатного текста, рисунков черной тушью и т. п.)

Тип и наименование пластинок	Назначение
Изоортохроматические «Изоорто»	Репродукция цветных штриховых оригиналов (синек, чертежей, рисунков цветной тушью или на цветном фоне). Обязательно применение желтых светофильтров
Панхроматические «Панхром»	Репродукция многоцветных штриховых оригиналов (плакатов, географических карт, диаграмм и других оригиналов, имеющих сплошную заливку). Репродукция оригиналов, содержащих одновременно желтые, оранжевые и красные цвета. Обязательно применение желтых или оранжевых светофильтров
II. Полутоновые	
Несенсибилизированные	Репродукция черно-белых полутоновых оригиналов (фотоснимков, карандашных рисунков, рисунков черной тушью с размывкой и т. п.)
Изоортохроматические «Изоорто»	Репродукция цветных полутоновых оригиналов (картин, исполненных акварельными красками, пастелью, цветной тушью с размывкой на белом или цветном фоне). Обязательно применение желтых светофильтров
Панхроматические «Панхром»	Репродукция многоцветных полутоновых оригиналов (картин масляной краской и т. п.), содержащих одновременно желтые, оранжевые и красные цвета. Обязательно применение желтых или оранжевых светофильтров

Классификация и ассортимент фотобумаг

Выпускаемые отечественной промышленностью для фотолюбительских целей фотографические бумаги классифицируются по следующим основным признакам: 1) по составу эмульсии; 2) по характеру поверхности эмульсионного слоя; 3) по контрастности; 4) по плотности подложки; 5) по цвету подложки.

Таблица 28

Светочувствительный компонент в различных типах фотобумаг

Светочувствительный компонент	Наименование сорта	Название бумаги
Бромистое серебро	Бромосеребряная	«Унибром»
Хлоробромистое серебро	Хлоробромосеребряная	«Контабром»
» »	»	«Бромпортрет»
Хлористое серебро	Хлоросеребряная	«Фотоконт»
» »	»	«Аристотипная»
Хлоробромоиодистое серебро	Иодосеребряная	«Иодосеребряная»

Примечание. Бромосеребряная бумага выпускается также и без названия «Унибром» и отличается от последней *несколько пониженной сортностью.*

По характеру поверхности эмульсионного слоя фотографические бумаги подразделяются на гладкие и структурные.

Гладкие бумаги	**Структурные бумаги**
Особо глянцевая	*Бархатистая*
Глянцевая	Мелкозернистая
Полуматовая	Крупнозернистая
Матовая	Сатинированная (тисненая)

Таблица 29

Классификация фотобумаги по степени контрастности

Степень контрастности	Коэфициент контрастности γ		
	Особо глянцевая	Глянцевая	Матовая, полуматовая, структурная
Мягкая № 1	1,3—1,5	1,0—1,2	0,8—1,0
Нормальная № 2	1,6—1,9	1,3—1,5	1,1—1,3
» № 3	2,0—2,4	1,6—1,9	1,4—1,6
Контрастная № 4	2,5—2,9	2,0—2,4	1,7—2,0
» № 5	3,0—3,9	2,5—2,9	2,1—2,4
Особо контрастная № 6	4,0—4,9	3,0—3,9	2,5—2,9
Сверхконтрастная № 7	5,0—6,0	4,0—5,0	3,0—4,0

По плотности подложки фотографические бумаги подразделяются на тонкую (с нормальной подложкой) и картон (с плотной подложкой). По цвету подложки — на белую, *слоновую кость* и кремовую.

Таблица 30

Значения полезного интервала экспозиции и максимальной оптической плотности фотобумаг

Степень контрастности	Полезный интервал экспозиции L_g	Максимальная оптическая плотность D_{max}		
		Особо глянцевая	Глянцевая	Матовая, полуматовая и структурная
Мягкая № 1	1,8—1,6	1,6	1,4	1,0
Нормальная № 2	1,5—1,4	1,6	1,4	1,0
» № 3	1,3—1,2	1,6	1,4	1,0
Контрастная № 4	1,1—1,0	1,6	1,5	1,0
» № 5	0,9—0,8	1,6	1,5	1,0
Особо контрастная № 6	0,7—0,6	1,6	1,5	1,0
Сверхконтрастная № 7	0,5—0,4	1,6	1,5	1,0

Форматы бумаг

6 × 9 *см*	18 × 24 *см*
9 × 12 *см*	24 × 30 *см*
9 × 14 *см*	30 × 40 *см*
10 × 15 *см*	40 × 50 *см*
13 × 18 *см*	50 × 60 *см*

Качественные показатели физических свойств фотобумаг

Температура плавления эмульсионного слоя фотографических бумаг для всех сортов должна быть не ниже 50°С. Эмульсионный слой не должен отслаиваться от подложки или пузыриться. При обработке фотобумаги не допускается свертывание ее в трубку и появление желтизны. Эмульсионная поверхность бумаги должна быть ровной, однородной и без дефектов: ряби, белых или черных точек, царапин, пены, депрессионных повреждений, кометы, фрикционной вуали, электроразрядов и механических повреждений. Не допускаются также затеки эмульсии на оборотную сторону подложки.

При обнаружении перечисленных дефектов фотобумага признается бракованной и подлежит замене.

Маркировка фотобумаг

При маркировке фотобумаг на упаковке указывается наиболее важная в процессе печати сенситометрическая характеристика — степень контрастности — в словесном выражении и в виде номера, например: «Контрастная № 4» или «Нормальная № 2». Кроме того, указывается наименование сорта (например, бромосеребряная); название (например, «Унибром»); характер поверхности (например, матовая); цвет подложки (например, белая); плотность подложки

(например, картон); номер партии (полива); характер освещения, при котором бумагу можно вскрывать и обрабатывать; количество листов в пакете или коробке; формат и дата выпуска бумаги.

Наконец, кроме всех перечисленных данных, на упаковке проставляется условный шифр, состоящий из трех цифр, обозначающих поверхность, плотность и цвет фотобумаги в приведенной последовательности.

Для этой цели приняты следующие условные (цифровые) обозначения:

По характеру поверхности

Особо глянцевая	0	Мелкозернистая	4
Глянцевая	1	Крупнозернистая	5
Полуматовая	2	Бархатистая	6
Матовая	3	Сатинированная (тисненая)	7

По плотности подложки		**По цвету подложки**	
Тонкая	1	Белая	1
Плотная (картон)	2	Слоновая кость . . .	2
		Кремовая	3

Сочетание этих чисел (индексов) дает условный шифр в виде трехзначного числа. Так, например, фотобумага матовая, картон, белая имеет шифр 321; глянцевая, тонкая, белая — 111 и т. д.

Сроки и условия хранения фотобумаг

Гарантийный срок годности фотобумаг в оригинальной упаковке при соблюдении нормальных условий хранения установлен:

для фотобумаги «Унибром»	18 месяцев
» аристотипной фотобумаги . . .	6 »
» всех остальных фотобумаг . .	12 »

В течение этого срока допускается изменение фотографических свойств фотобумаги не более чем на 20% по сравнению с первоначальными.

Условия хранения фотографических бумаг в основном аналогичны условию хранения фотопластинок и фотопленок (см. стр. 154 и 159). Наиболее благоприятная температура для хранения фотобумаг 10—18°С. В небольших количествах пакеты с фотобумагой можно хранить в горизонтальном положении.

Назначение позитивных материалов

В качестве позитивных фотографических материалов применяются материалы на прозрачной подложке (позитивные пленки и диапозитивные пластинки) и непрозрачной подложке (фотобумаги).

Первые из них предназначены для изготовления диапозитивов, применяемых преимущественно для проекции на экран, вторые — для изготовления фотографических отпечатков.

Основной сенситометрической характеристикой позитивных материалов на прозрачной подложке является степень их контрастности.

Таблица 31

Назначение позитивных пленок и диапозитивных пластинок по степени контрастности

Степень контрастности	Назначение
Контрастные	Для печати с нормальных негативов
Особо контрастные	» » » вялых негативов
Сверхконтрастные	» » » очень вялых негативов

Назначение фотографических бумаг определяется их основными свойствами и признаками: 1) степенью светочувствительности; 2) степенью контрастности; 3) характером поверхности.

Таблица 32

Назначение фотобумаг в зависимости от степени светочувствительности

Наименование сорта и название	Степень светочувствительности	Назначение
Бромосеребряная	Высокая	Для одиночной и массовой контактной и проекционной печати
Бромосеребряная «Унибром»	То же	То же
Хлоробромосеребряная «Бромпортрет»	»	Для одиночной контактной и проекционной печати
Хлоробромосеребряная «Контабром»	Средняя	Для одиночной контактной печати и для получения отпечатков различных тонов (см. стр. 287)
Хлоросеребряная «Фотоконт»	Низкая	То же
Хлоробромоиодосеребряная «Иодосеребряная»	Весьма низкая	Для одиночной контактной печати
Хлоросеребряная «Аристотипная»	То же	Для видимой контактной печати при дневном свете (не требует проявления)

Таблица 33

Назначение фотографических бумаг в зависимости от степени контрастности

Степень контрастности	*Назначение*
Мягкая № 1	Для весьма контрастных негативов
Нормальная № 2	» контрастных негативов
» № 3	» нормальных негативов
Контрастная № 4	» негативов пониженной контрастности
» № 5	» вялых негативов
Особо контрастная № 6	» очень вялых негативов
Сверхконтрастная № 7	» слишком вялых негативов

Таблица 34

Назначение фотобумаг в зависимости от характера поверхности

Характер поверхности	Назначение
Особо глянцевая Глянцевая	Для технических снимков, штриховых репродукций, для снимков, направляемых в печать для полиграфического воспроизведения
Полуматовая Матовая Бархатистая Сатинированная	Для художественных работ (портретов, пейзажей, архитектуры и т. п.) при небольшом увеличении снимков
Мелкозернистая	Для крупных увеличений художественных фоторабот. Для фотооформительских работ (панно, витрин и т. п.)
Крупнозернистая	То же

Приведенные указания отнюдь не являются обязательными. Выбор бумаг по характеру поверхности, а также по цвету зависит от личных вкусов фотографа.

Что касается плотности подложки, то в основном фотобумаги на тонкой подложке предназначены для небольших по размерам снимков, а *на плотной — для крупноформатных снимков* и открыток.

ВИДЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО БРАКА ФОТОГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Таблица 35

Виды брака фотопластинок

Вид брака на готовом негативе	Причины брака
Неправильная форма пластинок	Плохая резка стекла, невнимательная его отбраковка
Слишком толстое стекло (при превышении норм толщины стекла пластинки не входят в кассеты)	Плохая отбраковка стекла
Дефекты в массе стекла: пузыри, свили, раковины, царапины, волнистость, щербины и зазубрины на кромке	Плохая отбраковка стекла на фотофабрике при приемке его от поставщика
При просмотре на свет негативы имеют места с пониженной плотностью вследствие утоньшения эмульсионного слоя	1) Неравномерный полив эмульсии вследствие неправильного положения валиков на поливной машине; 2) неправильная подача эмульсии каскадом машины; 3) неровное стекло
Потеки эмульсии	1) Недостаточное застуденение эмульсии после полива; 2) стекание эмульсии во время сушки
Механические дефекты эмульсии: царапины, пятна от пальцев, кусочки грязи или пыли на поверхности эмульсии	1) Плохая работа при заворачивании и упаковке; 2) недостаточная чистота производственных помещений
Грязь с оборотной стороны пластинок	Недостаточная очистка полотна и сушильного войлока поливной машины
Отслаивание эмульсионного слоя	1) Стекло плохо подслоено; 2) эмульсионный слой сильно задублен; 3) слишком быстрая сушка

Продолжение

Вид брака на готовом негативе	Причины брака
Общая серая вуаль	1) Плохое качество эмульсии; 2) засветка пластинок на производстве
Краевая вуаль	Старение пластинок от долгого хранения
Мелкие черные точки	Крупные кристаллы галоидного серебра при слишком долгом созревании эмульсии
Прозрачные точки в виде булавочных уколов с приподнятым краем (пик-пик)	Мелкие пузырьки воздуха в эмульсии
Белые пятна с размытыми краями	1) Загрязнение эмульсии жиром; 2) заражение эмульсии микроорганизмами

Таблица 36

Виды брака фото- и кинопленок

Вид брака на готовом негативе	Причины брака
Неправильный формат пленки	Неправильная установка ножей на резальной машине
Белые полосы различной ширины (от 1 до 15 *мм*)	1) Неправильный состав подслоя; 2) резкие перегибы пленки в процессе производства
Прозрачные пятна различной формы с размытыми краями	1) Жир в эмульсии; 2) загрязнение эмульсии, вызывающее понижение чувствительности в отдельных местах
Прозрачные пятна и точки с резко очерченными и приподнятыми краями (пик-пик)	Пузырьки воздуха в эмульсии
Черные точки различной формы и размеров	Загрязнение эмульсии, вызывающее восстановление серебра

Продолжение

Вид брака на готовом негативе	Причины брака
Царапины на оборотной стороне пленки	Неаккуратная перемотка пленки
Царапины на эмульсионном слое	Повреждение эмульсионного слоя при поливе, сушке или резке
Разводы, или муар	Неровный полив эмульсии
Грязь в эмульсионном слое	1) Плохая фильтрация эмульсии; 2) запыленность производственного помещения
Отставание эмульсионного слоя	Плохой подслой основы
Общая или местная вуаль	1) Засветка пленки, 2) старение пленки
Черные пятна в виде молний	Электроразряды при намотке пленки
Цветная вуаль	Низкое качество эмульсии

Таблица 37

Виды брака фотографических бумаг

Вид брака на готовом отпечатке	Причины брака
Бумага сильно размокает в растворах и расползается	Плохое качество подложки
Белые точки	Бронзовые вкрапления в эмульсии
Черные точки	Железные вкрапления в эмульсии
Белые пятна	Жировые загрязнения эмульсии
Белые точки с резко очерченными и приподнятыми краями	Пузыри воздуха в эмульсии

Продолжение

Вид брака на готовом отпечатке	Причины брака
Изображение имеет недостаточную плотность	Эмульсия бедна серебром
Царапины, изломы, неправильная резка	Плохая работа в поливном и резальном цехах
Параллельные черные полосы	Фрикционная вуаль, возникающая от сильного трения сухого эмульсионного слоя о валики сматывающей и резальной машин
На отпечатках видна структура подложки	Плохое баритование подложки. Баритовый слой слишком тонок
Бумага при обработке свертывается в трубку	1) Бумага пересушена; 2) плохое качество подложки
Общая вуаль	1) Засветка; 2) долгое хранение
Эмульсионный слой плавится и сползает	Плохое дубление эмульсии
Затеки эмульсии на оборотную сторону подложки	Неисправность или неправильная регулировка поливной машины
Сухие отпечатки при распрямлении трескаются	1) Эмульсионный слой передублен; 2) отсутствует пластификатор; 3) неправильный режим сушки

ЛИТЕРАТУРА

1. С. М. Антонов, В. Л. Зеликман и К. И. Мархилевич, Кинопленка и ее обработка, Госкиноиздат, 1950.
2. Д. З. Бунимович, Товароведение фототоваров, Госторгиздат, 1948.
3. Ю. Н. Гороховский, Методы фотографической сенситометрии, Госкиноиздат, 1948.
4. Э. Д. Кацеленбоген, Свойства и применение фотографических материалов, Госкиноиздат, 1950.
5. К. Миз, Теория фотографического процесса (Перевод с английского под редакцией Ю. Н. Гороховского), Гостехиздат, 1949.
6. В. А. Яштолд-Говорко, Фотографические материалы, Госкиноиздат, 1948.

РАЗДЕЛ IV

ФОТОГРАФИЧЕСКАЯ СЪЕМКА

1. ТЕХНИКА ФОТОГРАФИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ

Зарядка кассет и камер

В зависимости от конструкции фотоаппараты заряжаются светочувствительным материалом либо непосредственно, либо при помощи кассет. Без кассет заряжаются только пленочные камеры, все остальные, как правило, имеют для этой цели специальные кассеты.

Зарядку кассет несенсибилизированными материалами можно производить при оранжевом или темнооранжевом освещении, ортохроматическими и изоортохроматическими материалами — при красном освещении, изохроматическими материалами — при темнокрасном освещении (лучше в темноте), панхроматическими и изопанхроматическими материалами — в полной темноте.

При пользовании соответствующим освещением зарядку следует производить вдали от фонаря. Зарядка некоторых сенсибилизированных материалов производится на ощупь в полной темноте, поэтому для правильного проведения этой операции необходимо приобрести некоторые навыки.

Зарядка кассет пластиночных камер

Пластиночная кассета состоит из собственно кассеты (корпуса) и заслонки (шибера), скользящей в пазах (рис. 126). В павильонных камерах обычно применяются двусторонние деревянные кассеты, разделенные внутри на две части светонепроницаемой перегородкой и вмещающие две пластинки. Эти кассеты заряжаются снаружи с двух сторон. Разновидностью двусторонних кассет являются так называемые альбомные кассеты, раскрывающиеся подобно альбому и заряжающиеся вкладыванием пластинок изнутри. Кассеты всех других камер обычно односторонние, металлические.

Техника зарядки кассет для всех пластиночных камер почти одинакова. Она сводится к вкладыванию в кассеты пластинок и закреплению последних.

Пластинки при этом должны быть обращены светочувствительным слоем в сторону заслонки.

Перед зарядкой рекомендуется обмахнуть каждую пластинку мягкой кистью (флейцем), которую не следует применять для других целей.

Во время зарядки нельзя прикасаться пальцами к светочувствительному слою пластинки, так как это часто приводит к не-

устранимым пятнам, особенно, когда руки недостаточно чисты и не совсем сухи. Брать пластинку можно только за ребра.

Вставив пластинку и закрепив ее специальными захватами, имеющимися во всех кассетах, осторожно вдвигают заслонку. На этом операция зарядки заканчивается.

Зарядка в темноте затрудняет определение эмульсионной стороны пластинки, поэтому необходимо запомнить, что в коробках пластинки упакованы попарно, слой к слою. Таким образом, первая, третья, пятая и т. д. пластинки обращены слоем вниз, а вторая, четвертая, шестая и т. д.— вверх.

При известном навыке эмульсионную сторону можно определить и на ощупь у уголка.

Для зарядки пластиночных кассет плоской пленкой существует несколько способов.

Простейший способ заключается в следующем: плоскую пленку прикладывают неэмульсионной стороной к старому, ненужному негативу того же формата и вместе с ним укрепляют в кассете. Недостатком этого способа является его ненадежность; при выдвигании и особенно при обратном вдвигании заслонки последняя может зацепить край пленки и выбросить ее из кассеты.

Другой способ заключается в применении специальных держателей в виде раскрывающихся картонных рамок (рис. 127 слева), толщина которых в сложенном виде не должна быть больше нормальной толщины пластинок. Пленка вкладывается в рамку и вместе с ней вставляется в кассету. Следует учесть, что плоскость эмульсионной поверхности пленки в этом случае несколько углубляется в кассету (на толщину покровной части рамки), вследствие чего возникает так называемая кассетная разница (несовпадение плоскостей матового стекла аппарата с эмульсионной поверхностью пленки, которую устраняют смещением объектива или кассетной части аппарата после наводки на резкость на толщину покровной части рамки.

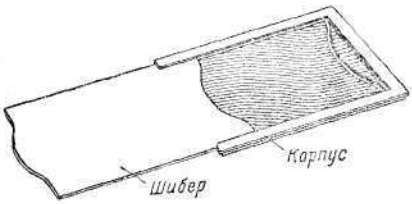


Рис. 126. Пластиночная кассета

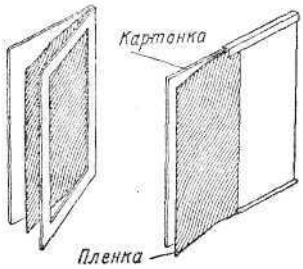


Рис. 127. Слева — рамка, справа — металлический держатель для зарядки плоской пленки

Наиболее удобны металлические (из тонкой жести) держатели, показанные на рис. 127 справа. Пленка складывается с картонкой того же формата и с ней вставляется в держатель, как показано на

рисунке, после чего держатель вставляется в кассету так, чтобы загнутый его конец был обращен в сторону выхода назов заслонки. При небольшой толщине жести, из которой сделан держатель, кассетная разница столь незначительна (и только у одного края пленки), что ею можно пренебречь и поправки не вводить.

Вдвигание кассет в камеру производится непосредственно перед каждой съемкой после наводки на резкость.

Зарядка малоформатных кассет и камер

Кассеты малоформатных камер имеют цилиндрическую форму, высота их 43 *мм*, диаметр 25 *мм*. Каждая кассета вмещает отрезок пленки длиной приблизительно 160 *см*, на котором укладывается 36 кадров формата 24×36 *мм* или 50 кадров формата 24×24 *мм*.

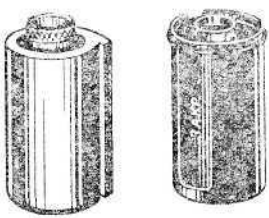


Рис. 128. Кассеты малоформатных камер:
слева — щелевая; справа — двухцилиндровая

Кассеты малоформатных камер выпускаются главным образом двух типов, принципиально отличных друг от друга по конструкции: щелевые и двухцилиндровые.

Наиболее распространены щелевые кассеты (рис. 128 слева), отличительной особенностью которых является наличие в корпусе кассеты продольной щели, оклеенной бархатом или тонким плюшем. Пленка при ее передвижении проходит сквозь щель. Такие кассеты за редкими исключениями подходят ко всем малоформатным камерам и, таким образом, являются универсальными. Применяются во всех малоформатных камерах отечественного производства («ФЭД», «Зоркий», «Зоркий-3», «Зенит», «Киев», «Киев-III»).

Двухцилиндровые кассеты (рис. 128 справа) состоят из двух вдвигающихся друг в друга цилиндров, каждый из которых имеет достаточно широкий продольный вырез. Когда кассета закрыта, вырезы эти направлены в противоположные стороны (рис. 129 слева) и свет в кассету не проникает. Для приведения кассет в рабочее состояние внутренний цилиндр поворачивается на 180° до совпадения обоих вырезов (рис. 129 справа), сквозь которые пленка получает возможность свободно продвигаться. Поворот внутреннего цилиндра совершается автоматически при запирании камеры на замок. Такими кассетами снабжены камеры «Зоркий-3», «Киев», «Киев-III». В других камерах неприменимы.

Рис. 129. Схема расположения вырезов при закрытой (слева) и при открытой кассете

Все кассеты малоформатных камер снабжены катушками для намотки пленки, имеющими устройство для скрепления конца пленки с осью катушки.

Зарядка кассет малоформатных камер состоит из следующих операций:

1) открывание кассеты; 2) подрезка внутреннего конца пленки; 3) скрепление конца пленки с осью катушки; 4) намотка пленки на катушку; 5) вдвигание катушки с пленкой в корпус кассеты; 6) запирание кассеты; 7) подрезка наружного конца пленки.

При зарядке кассет малоформатных камер необходимо соблюдать следующие правила:

1) зарядку производить только чистыми и сухими руками;

2) при намотке пленки на катушку не прикасаться без надобности к эмульсионной поверхности пленки;

3) не затягивать пленку с целью уплотнения ее витков, так как при этом от трения возможно возникновение электрических

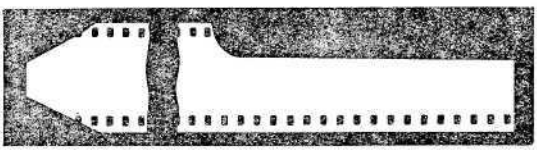


Рис. 130. Форма подрезки концов пленки для стандартных кассет «ФЭД» и «Зоркий»

разрядов, вызывающих при проявлении пленки черные полосы, напоминающие разряд молнии;

4) перед зарядкой продувать кассеты резиновым баллоном для устранения пыли.

Зарядка щелевых кассет. Крышки щелевых кассет имеют различную конструкцию и различными способами запираются. В кассетах, прилагаемых к камерам «ФЭД», «Зоркий» и «Зенит», крышка запирается подобно крышке карманных часов, т. е. путем нажима до защелкивания выточенного бортика крышки в канавке корпуса кассеты. Чтобы открыть кассету, крышку ее поддевают неострым ножом и снимают. После этого извлекают катушку и все три части кассеты располагают в глубине рабочего стола рядом: слева крышка кассеты, в середине корпус, справа катушка.

После этого гасят свет и в темноте, освободив пленку от упаковки, производят ножницами подрезку первого ее конца. Пленка, предназначенная специально для малоформатных камер, снабжена подрезанными концами, однако подрезка эта не всегда бывает точной и аккуратной, поэтому рекомендуется отрезать конец пленки и произвести подрезку вновь. Кроме того, подрезка сделана применительно к стандартным кассетам камер «ФЭД», «Зоркий» и «Зенит» и для других кассет непригодна.

Для зарядки стандартных щелевых кассет камер «ФЭД» и других конец пленки подрезается под углом, как показано на рис. 130 слева.

Подрезанный конец скрепляют с катушкой. Для этого, держа катушку головкой к себе, обращают пленку эмульсией к оси катушки и подрезанный конец пленки подлевают под скобу, имеющуюся на оси катушки. Прошедший насквозь конец пленки за-

гибают (рис. 131) и всю пленку плотными витками наматывают на катушку эмульсией внутрь (к оси катушки).

Намотав пленку, оставляют небольшой конец ее и катушку с пленкой вдвигают в кассету так, чтобы пленка ребром вошла в щель кассеты. После этого надевают крышку кассеты и нажимом запирают ее.

Аналогично производится и зарядка кассет «ФК-1», выпускающихся отдельно от фотоаппаратов, однако конструкция катушки в этих кассетах несколько иная и отличается от катушек стандартных кассет тем, что снабжена специальным замком, удерживающим подрезанный конец пленки.

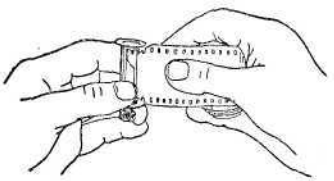


Рис. 131. Скрепление конца пленки с катушкой кассеты

Замок состоит из тонкой металлической пластинки, помещенной в оси катушки под некоторым углом (рис. 132). Пленка вдвигается своим узким концом в щель, имеющуюся в оси катушки, и проталкивается под ребро пластинки. Зажатая ребром пластинки, пленка прочно скрепляется с осью катушки.

Кассета «ФК-1» отличается от стандартной кассеты еще и тем, что запирается не одной, а двумя крышками, надевающимися на корпус кассеты с двух сторон. При зарядке совершенно безразлично, с какой стороны раскрывать кассету, важно лишь, чтобы витки пленки располагались внутри кассеты правильно и чтобы выход пленки сквозь щель также был правилен (рис. 133).

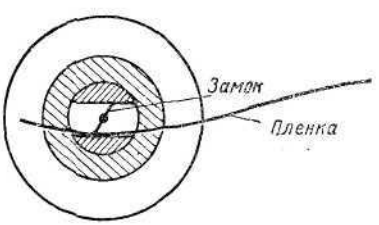


Рис. 132. Замок катушки кассеты

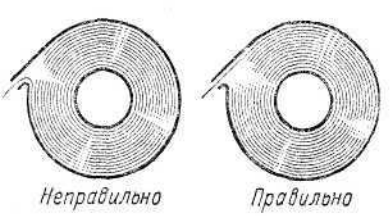


Рис. 133. Неправильное (слева) и правильное расположение витков пленки в кассете

Заперев кассету, включают свет и уже на свету производят подрезку наружного конца пленки. Применительно к камерам «ФЭД», «Зоркий», «Зоркий-3» и «Зенит» подрезка наружного конца пленки производится по форме, показанной на рис. 130 справа. Такая форма обусловливается конструктивными особенностями перечисленных камер. При этом имеет значение, с какого края сделан вырез, так как при неправильной подрезке пельзя будет зарядить камеру. На рис. 130 пленка обращена оборотной (неэмульсионной) стороной к зрителю.

Подрезку концов пленки, особенно ее фигурного конца, следует делать чисто, без заусениц, иначе пленка может застрять в фильмовом канале камеры, дать разрыв и т. д. Все это ведет к засорению, а иногда и к повреждению механизма камеры.

Нельзя также допускать, чтобы линия выреза проходила через перфорационные отверстия.

Зарядка камер «ФЭД», «Зоркий» и «Зенит». Зарядка камер «ФЭД», «Зоркий» и «Зенит» производится одинаково. Повернув

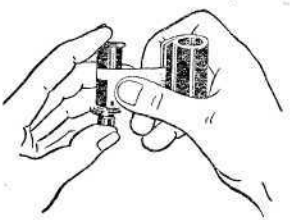


Рис. 134. Скрепление конца пленки с принимающей катушкой «ФЭД»

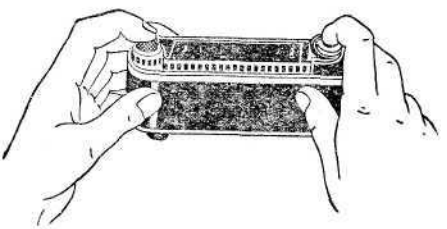


Рис. 135. Зарядка камеры «ФЭД» (так же камеры «Зоркий»)

ключ, запирающий съемную (нижнюю) крышку корпуса камеры, снимают эту крышку и извлекают из камеры принимающую катушку. Последняя сидит на оси, с которой она связана фрикционно. Свободный, выступающий из кассеты фигурно подрезанный конец пленки скрепляют с принимающей катушкой, для чего проталкивают конец пленки под язычок, имеющийся на оси принимающей катушки, как показано на рис. 134. После этого, отставив друг от друга катушку и кассету, вдвигают их в камеру, как показано на рис. 135. Принимающая катушка насаживается на ось, а пленка вводится в фильмовый канал камеры. Перфорационные отверстия пленки должны при этом сесть на зубцы ведущего зубчатого барабана камеры. В случае несовпадения перфорационных отверстий с зубцами барабана следует отвести выключатель транспортирующего механизма камеры в сторону буквы *В*, т. е. перевести ведущий зубчатый барабан на холостой ход, и повернуть рифленый ободок спусковой кнопки (при этом будет вращаться и зубчатый барабан) до положения, при котором зубцы барабана попадут в перфорационные отверстия пленки.

После этого выключатель повернуть в исходное положение и закрыть камеру, надев крышку и заперев ее на замок. Для подготовки камеры к съемке перевести пленку на один-два кадра и при взведенном затворе установить счетчик кадров на нулевое деление.

В камере «Зоркий-3» при открывании ее снимается не только нижняя, но и задняя стенка корпуса камеры, что значительно облегчает процесс зарядки.

Зарядка двухцилиндровых кассет. Для зарядки двухцилиндровых кассет, *применяемых в камерах «Киев» и «Киев-III»,* кассету раскрывают и разбирают на составные ее части. Кассета

состоит из двух цилиндров (внутреннего и наружного) и катушки. На торцевой стенке внутреннего цилиндра имеется кнопка замка, запирающего кассету в нерабочем состоянии. Чтобы раскрыть кассету, следует нажать на эту кнопку и повернуть внутренний цилиндр по часовой стрелке до совпадения обоих вырезов, после чего внутренний цилиндр легко выйдет из наружного. Разъединив цилиндры, вынимают катушку и детали кассеты располагают в глу-

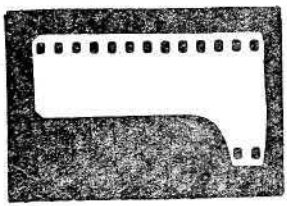


Рис. 136. Форма подрезки конца пленки для зарядки кассет камеры «Киев»

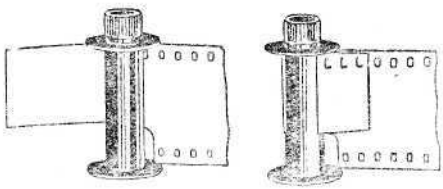


Рис. 137. Скрепление конца пленки с катушкой кассеты камеры «Киев»

бине рабочего стола: слева наружный цилиндр, в середине внутренний цилиндр, справа катушка.

Погасив свет и вскрыв коробку с пленкой, подрезают первый конец пленки по форме, показанной на рис. 136. Форма подрезки обусловлена особой конструкцией кассетной катушки, у которой прорези для закрепления пленки находятся не в середине оси катушки, а сбоку, ближе к головке катушки.

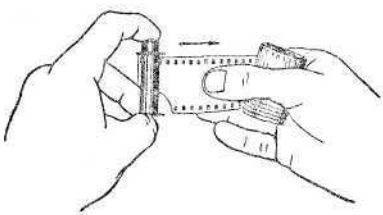


Рис. 138. Заклинивание конца пленки

Устройство для скрепления конца пленки с катушкой кассеты состоит из двух сквозных конических щелей в оси катушки, расположенных рядом. Пленка пропускается в одну щель (рис. 137 слева), загибается и пропускается во вторую щель (рис. 137 справа), а затем дважды загибается у самого конца и заклинивается растягиванием пленки и катушки (рис. 138).

Далее описанным уже выше способом пленка наматывается на катушку плотными витками эмульсией внутрь.

Намотав пленку, катушку вдвигают во внутренний цилиндр кассеты так, чтобы головка катушки прошла сквозь круглое отверстие в торцевой стенке цилиндра, а пленка вошла в продольный вырез цилиндра (рис. 139 слева). После этого внутренний цилиндр вместе с катушкой вдвигается в наружный так, чтобы пленка вошла ребром в продольный вырез цилиндра (рис. 139 справа). Наконец, внутренний цилиндр поворачивают против часовой стрелки до появления характерного щелчка, указывающего на то, что кассета заперта на замок.

Свободный наружный конец пленки оказывается при этом снаружи кассеты. Включив свет, производят подрезку этого конца. Так как принимающая катушка камеры «Киев» по конструкции одинакова с катушкой кассеты, подрезка наружного конца пленки производится точно так же, как и внутреннего. Следует, однако, указать, что в камерах «Киев» ранних выпусков принимающая катушка несколько отличается от современной. Это отличие заклю-

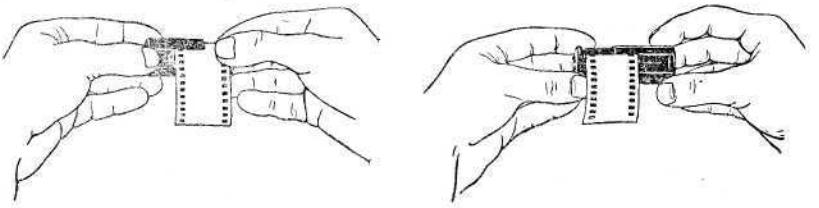


Рис. 139. Зарядка двухцилиндровой кассеты

чается в том, что щели для заправки конца пленки расположены не в боковой части оси, а посредине. При наличии такой катушки подрезка наружного конца пленки производится по форме, приведенной на рис. 140.

Аналогично камерам «Киев» и «Киев-III» производится зарядка двухцилиндровых кассет камер «Зоркий-3», но подрезка концов пленки производится здесь так же, как для камер «ФЭД» и «Зоркий». Один из концов пленки подрезается углом, после чего скрепляется с катушкой кассеты способом, показанным на рис. 141. Конец пленки при этом автоматически зажимается.

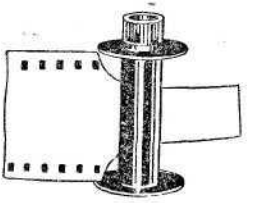


Рис. 140. Форма подрезки наружного конца пленки для катушек «Киев» старого образца

Далее следует та же операция зарядки, что и в кассетах камер «Киев» или «Киев-III»: пленка наматывается на катушку, *затем вместе с катушкой вдвигается* во внутренний цилиндр. После этого внутренний цилиндр вдвигается в наружный, и кассета запирается поворотом внутреннего цилиндра до защелкивания замка кассеты.

Зарядка камер «Киев», «Киев-III» и «Зоркий-3». Зарядка камер «Киев» и «Киев-III» производится одинаково. Для этого камеру открывают, повернув ключи замков, расположенных на нижней стенке корпуса, и сняв заднюю стенку корпуса.

Вынув из камеры принимающую катушку, скрепляют с ней наружный конец пленки так же, как скрепляют ее и с катушкой кассеты, и помещают катушку и кассету в камеру, следя, чтобы зубцы ведущего барабана попали в перфорационные отверстия пленки. После этого камеру запирают, надев съемную стенку и заперев ее на замки. При повороте одного из замков кассета автоматически открывается.

Зарядив камеру, пропускают вхолостую один-два кадра пленки и устанавливают счетчик кадров на нулевое деление.

В камере «Зоркий-3» скрепление свободного (наружного) конца пленки с принимающей катушкой производится способом, показанным на рис. 142. После этого пленка одним витком наматывается на принимающую катушку, кассета и принимающая катушка

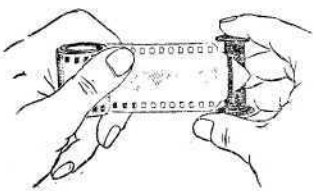


Рис. 141. Скрепление пленки с катушкой кассеты камеры «Зоркий-3»

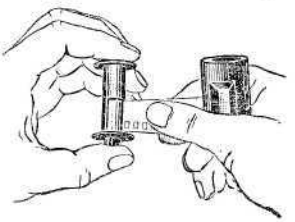


Рис. 142. Скрепление пленки с приемной катушкой камеры «Зоркий-3»

отдаляются друг от друга на необходимое расстояние и вставляются в камеру, как показано на рис. 143. При этом пленка боковой стороной несколько углубляется в паз фильмового канала. Заряженная камера закрывается и запирается двумя замками подобно камере «Киев». При повороте одного из замков кассета автоматически открывается.

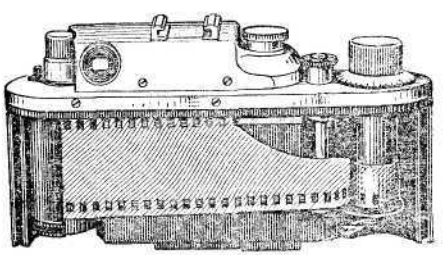


Рис. 143. Зарядка камеры «Зоркий»

Разрядка малоформатных камер и кассет

Разрядка малоформатных камер производится путем обратной перемотки пленки в кассету, для чего механизм перевода пленки выключается с помощью специального выключателя, и пленка, получив возможность свободно сматываться с принимающей катушки, перематывается обратно в кассету с помощью головки обратной перемотки. Положение полной перемотки пленки в камерах «ФЭД», «Зоркий», «Зоркий-3» и «Зенит» определяется по силе сопротивления головки обратной перемотки. По мере перемотки головка начинает вращаться все туже и туже, а в момент, когда конец пленки отделяется от приемной катушки, сопротивление головки резко ослабевает, что является признаком окончания перемотки. В зависимости от того, требуется ли убрать всю пленку в кассету или необходимо оставить конец пленки снаружи кассеты, головку обратной перемотки в первом случае поворачивают еще на 2—3 полных оборота, а во втором случае вращение головки прекращают.

В камерах «Киев» и «Киев-III» с окончанием перемотки конец пленки не отделяется от принимающей катушки, и головка обратной перемотки сама останавливается.

Разрядка кассет производится открыванием кассеты в темноте и сматыванием пленки в рулон. Скрепленный с катушкой кассеты конец пленки либо отделяется от катушки, либо отрезается ножницами.

Зарядка пленочных камер

Благодаря особой упаковке катушечной пленки зарядка пленочных камер может производиться на свету (конечно, не очень ярком) и без помощи кассет. Под прямыми лучами солнца зарядку производить нельзя. Техника зарядки всех пленочных камер в основном одинакова и заключается в следующем.

Освободив катушку с пленкой от упаковки, отматывают небольшой кусок защитного бумажного ракорда и скрепляют конец ракорда с принимающей катушкой камеры. Для этого подрезанный углом конец ракорда вдвигают в щель оси приемной катушки, наматывают на эту катушку 1—2 витка ракорда, чтобы надежно скрепить его с катушкой, и помещают приемную катушку и катушку с пленкой в камеру в соответствующие углубления (гнезда). Катушки при этом укрепляются на полуосях, входящих в торцевые углубления катушек. В некоторых камерах катушки с пленкой держатся без помощи полуосей.

Зарядку можно производить в любой последовательности:

1) вынув предварительно принимающую катушку и скрепив с ней конец ракорда, вставить обе катушки в камеру;

2) не вынимая принимающей катушки из камеры, скрепить с ней конец ракорда, после чего поместить катушку с пленкой в гнездо;

3) поместить сначала катушку с пленкой в гнездо, а затем скрепить конец ракорда с приемной катушкой.

Во всех случаях важно, чтобы ракорд был скреплен с катушкой правильно, без перекосов, так как в ином случае ракорд по мере намотки его на катушку смещается в сторону, налезает на ось катушки, что ведет к разрыву ракорда и к заеданию катушки.

Скрепив конец ракорда с приемной катушкой и поместив в гнездо катушку с пленкой, камеру закрывают и, держа ее задней стенкой к свету, отодвигают заслонку маленького смотрового окна. Головку ключа принимающей катушки вращают до появления в смотровом окне цифры *1*. В таком состоянии камера подготовлена для съемки.

Заслонку смотрового окна открывают только на время перевода пленки, после чего ее следует закрывать.

Наводка на резкость

Резкость фотографического изображения количественно определяется диаметром точек, образующих это изображение и называемых кружками рассеяния или дисками нерезкости.

Поскольку резкость фотографического изображения практически определяется глазом, при определении критерия резкости исходят из разрешающей способности глаза (см. стр. 36).

Степень резкости для негативов малоформатных камер должна быть больше, чем для негативов, с которых производится контактная печать. Диаметр кружка рассеяния для этих камер принимается равным 0,03—0,05 *мм*.

При наличии точной фотоаппаратуры степень резкости зависит исключительно от правильности наводки.

Существует три способа наводки на резкость: визуальный, глазомерный и механический.

Визуальный способ наводки на резкость

Визуальный способ осуществляется с помощью матового стекла и применяется в пластиночных и зеркальных камерах. Способ заключается в наблюдении за степенью резкости изображения на матовом стекле камеры при перемещении объектива камеры, передней линзы объектива или задней (кассетной) рамки камеры. Точность наводки в этом случае определяется только остротой зрения и качеством матового стекла. Последнее должно быть весьма мелко матированным (мелкозернистым). Грубозернистые матовые стекла для этой цели совершенно непригодны.

Степень точности наводки повышается при наводке с увеличительной лупой.

Качество визуальной наводки тем выше, чем ярче изображение на матовом стекле, поэтому визуальную наводку следует производить при полном (максимальном) отверстии диафрагмы.

Значительно облегчают наводку заслонки и ширмы, ограждающие матовое стекло от постороннего света и повышающие тем самым визуальную яркость изображения. В зеркальных камерах для этой цели имеются светозащитные шахты; в пластиночных аппаратах — складные козырьки. Ввиду того что козырьки недостаточно хорошо защищают матовое стекло от постороннего света, рекомендуется пользоваться покрывалом — куском темной материи, которой накрывают при наводке на резкость аппарат и голову.

Глазомерный способ наводки на резкость

Глазомерный способ заключается в определении на глаз расстояния от аппарата до фотографируемого предмета и последующей установке объектива по шкале расстояний.

Этот способ наводки, применяемый в некоторых пленочных камерах, один из наименее совершенных и наименее удобных. Хорошие результаты он может дать лишь при достаточно точном определении расстояния от аппарата до объекта съемки. Точность определения этого расстояния становится тем более необходимой, чем больше фокусное расстояние объектива камеры (так как эти объективы дают меньшую глубину резкости) и чем ближе к камере находится фотографируемый предмет (с уменьшением расстояния от аппарата до предмета глубина резкости также уменьшается).

При отсутствии на аппаратах иных приспособлений для наводки на резкость, кроме шкалы расстояний, необходимо научиться более или менее точно определять расстояние на глаз. Возможные ошибки

в определении расстояния в известной мере компенсируются глубиной резкости объектива, однако они не должны превышать 10—15% от определяемого расстояния.

Разновидностью глазомерного способа наводки является наводка на резкость по красным точкам. В некоторых камерах на шкалах диафрагмы и расстояний имеются красные точки, при установке на которые резкими получаются предметы в пределах определенной глубины резкости. Пределы эти для различных камер различны и обычно указываются в руководствах, прилагаемых к камерам. При отсутствии таких указаний необходимые данные могут быть получены по соответствующей таблице глубины резкости.

Выбор местоположений красных точек обусловливается наиболее часто встречающимися в практике условиями съемки. Так, например, на камере «Комсомолец» красная точка диафрагмы расположена возле деления *10*, красная точка расстояний — возле деления *8*. При установке объектива по этим двум точкам резкими получаются предметы, расположенные в пределах от 4 *м* до бесконечности.

На камере «Москва-1» красная точка диафрагмы расположена между делениями *11* и *16*, красная точка расстояний — между делениями *8* и *15*, что дает глубину резкости в пределах от 4,5 *м* до бесконечности.

Механический способ наводки на резкость

Механический способ осуществляется с помощью дальномера, механически связанного с оправой объектива камеры. При условии полной исправности камеры и точности действия ее механизмов такой способ наводки является наиболее совершенным, обеспечивающим высокую точность наводки.

Удобство этого способа заключается в том, что фотограф ведет наблюдение не за самой резкостью изображения, как это имеет

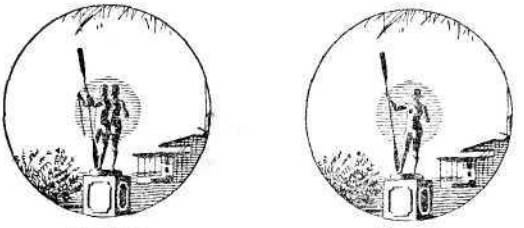


Рис. 144. Определение резкости с помощью оптического дальномера

место при визуальной наводке, а судит о точности наводки по слиянию двух контуров изображения в один (рис. 144), что значительно легче. При механическом способе наводки недостатки зрения фотографа оказывают гораздо меньшее влияние на точность наводки.

Поскольку получение резкого изображения всех планов фотографируемого объекта не всегда возможно, основная задача наводки на резкость состоит в том, чтобы обеспечить на снимке в первую очередь резкость изображения наиболее важной сюжетной части фотографируемого объекта (например, лица при портретной съемке), что осуществляется наводкой именно на эту часть (например, на глаза).

Однако любой фотографируемый объект или часть его, если только это не плоскость, расположенная перпендикулярно оптической оси объектива всегда имеет некоторую протяженность вглубь. При незначительной протяженности вглубь резкость всех точек объекта обеспечивается глубиной резкости объектива. Ввиду того что глубина резкости имеет протяженность в обе стороны от точки наводки, совершенно очевидно, что наиболее выгодная для наводки точка расположена между передней и задней крайними точками объекта.

Таблица 38

Определение расстояния до плана наводки

Расстояние до переднего плана (в метрах)	Расстояние до заднего плана (в метрах)											
	1.5	2	2.5	3	3,5	4	4.5	5	6	8	10	12
	Расстояние до плана наводки (в метрах)											
1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1.6	1,7	1,7	1,8	1,8	1,8
1,5	1,5	1.7	1,9	2,0	2,1	2,2	2.2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7
2	—	2.0	2,2	2,4	2,5	2,7	2,8	2.9	3,0	3.2	3,3	3,4
2,5	—	—	2,5	2,7	2,9	3,1	3,2	3.3	3,5	3,7	4,0	4,1
3	—	—	—	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,4	4,6	4,8
3,5	—	—	—	—	3.5	3,7	3,9	4,1	4,4	4,9	5,2	5,4
4	—	—	—	—	—	4,0	4,2	4.4	4,8	5.3	5,7	6.0
4,5	—	—	—	—	—	—	4,5	4,7	5,0	5,8	6,2	6.6
5	—	—	—	—	—	—	—	5,0	5,5	6,2	6.7	7.0
6	—	—	—	—	—	—	—	—	6,0	6,9	7,5	8,0
8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8,0	8,9	9.6
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10,0	10,9
12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12,0

При значительной пространственной глубине фотографируемого объекта отыскание точки наводки отнюдь не гарантирует получения резкости всех планов объекта.

В зависимости от фокусного расстояния необходимая глубина резкости достигается последующим диафрагмированием объектива (см. стр. 187).

Процесс наводки на резкость фактически становится ненужным при съемке значительно удаленных предметов. Исходя из гиперфокального расстояния объектива (см. стр. 37) при съемке предметов, расположенных на расстоянии, равном 50-кратному произведению диаметра отверстия диафрагмы объектива на его фокусное расстояние (т. е. половине гиперфокального расстояния), объектив камеры просто устанавливается на бесконечность по шкале расстояний.

Применение диафрагмы

В любом фотографическом объективе диафрагма служит главным образом для увеличения глубины резкости, которая достигается уменьшением отверстия диафрагмы (подробнее см. стр. 32).

Как указывалось выше, основная задача наводки на резкость состоит в обеспечении резкого изображения наиболее важного в сюжетном отношении элемента фотографируемого объекта. Однако на практике такие случаи встречаются редко. Чаще всего, кроме некоторой наиболее важной части объекта, необходимо обеспечить резкость и других частей, расположенных ближе и дальше главного элемента объекта, т. е. некоторую глубину резкости изображаемого пространства. Если необходимая для данного случая глубина резкости не достигается при наибольшем отверстии диафрагмы, то последнее соответственно уменьшают. Операция эта называется диафрагмированием объектива.

Так как всякое диафрагмирование неизбежно связано с увеличением выдержки, допустимая величина ее часто ставит пределы степени диафрагмирования. В таких случаях решение вопроса о том, следует ли диафрагмировать объектив свыше этих пределов или нет, определяется характером сюжета съемки и целями, преследуемыми фотографом. Руководствуясь этим, предпочтение оказывают величине диафрагмы или продолжительности выдержки, в зависимости от того, какой из этих факторов в данном случае является наиболее важным.

Если характер фотографируемого объекта требует обязательного увеличения глубины резкости, диафрагмировать объектив следует тем сильнее, чем больше пространственная глубина фотографируемого объекта, т. е. чем больше расстояние между передним и задним планами объекта, которые должны быть переданы на снимке резко.

Однако глубина резкости, помимо величины отверстия диафрагмы, зависит также от фокусного расстояния объектива и от расстояния до плана, по которому произведена наводка на резкость, так называемого плана наводки. Чем короче фокусное расстояние объектива и больше расстояние до плана наводки, тем глубина резкости больше. Поэтому диафрагмирование объектива следует производить с учетом и этих факторов, умелое использование которых позволяет достигнуть наибольшего эффекта глубины резкости при наименьшем диафрагмировании.

Для определения величины диафрагмы пользуются специальными таблицами глубины резкости.

Ниже приведены таблицы для наиболее распространенных в любительской практике объективов.

Таблицы, предназначенные для объективов малоформатных фотоаппаратов, рассчитаны с учетом степени резкости в 0,03 *мм* (фокусные расстояния этих объективов обозначены в таблицах в миллиметрах).

Таблицы для объективов всех прочих камер рассчитаны с учетом степени резкости в 0,1 *мм* (фокусные расстояния этих объективов обозначены в таблицах в сантиметрах).

Таблица глубин резкости для объективов с $F = 28$ мм

Расстояние, на которое установлен объектив (в метрах)	Диафрагма				
	4,5	6,3	9	12,5	18
	Глубина резкости (в метрах)				
∞	5,2—∞	3,6—∞	2,6—∞	1,9—∞	1,3—∞
20	4,2—∞	3—∞	2,3—∞	1,7—∞	1,2—∞
10	3,4—∞	2,6—∞	2—∞	1,6—∞	1,15—∞
7	3—∞	2,4—∞	1,9—∞	1,5—∞	1,1—∞
5	2,5—∞	2,1—∞	1,7—∞	1,4—∞	1—∞
4	2,3—17	1,9—∞	1,6—∞	1,3—∞	0,95—∞
3	1,9—7	1,6—18	1,4—∞	1,2—∞	0,9—∞
2	1,4—3,2	1,3—4,5	1,1—8,7	1—∞	0,8—∞
1,5	1,2—2,1	1—3,4	0,95—3,5	0,85—7,1	0,7—∞
1	0,84—1,26	0,8—1,4	0,7—1,6	0,65—2	0,6—4,8

Таблица глубины резкости для объективов с $F = 35$ мм

Расстояние, на которое установлен объектив (в метрах)	Диафрагма						
	2,8	4	5,6	8	11	16	22
	Глубина резкости (в метрах						
∞	13,8—∞	9,7—∞	6,9—∞	4,9—∞	3,5—∞	2,4—∞	1,79—∞
20	8,2—∞	6,5—∞	5,1—∞	3,9—∞	3—∞	2,2—∞	1,62—∞
10	5,8—36	4,9—∞	4,1—∞	3,3—∞	2,6—∞	1,95—∞	1,5—∞
6	4,2—10,6	3,7—15,7	3,2—44	2,7—∞	2,2—∞	1,73—∞	1,36—∞
3	2,5—3,8	2,3—4,3	2,1—5,3	1,86—7,8	1,63—19,3	1,35—∞	1,12—∞
2	1,75—2,3	1,69—2,5	1,56—2,8	1,42—3,4	1,28—4,5	1,1—10,7	0,94—∞
1,5	1,36—1,68	1,3—1,77	1,24—1,9	1,15—2,15	1,06—2,6	0,93—3,8	0,82—19
1	0,93—1,08	0,91—1,11	0,88—1,16	0,83—1,25	0,78—1,38	0,71—1,67	0,65—2,2

Таблица 41

Таблица глубины резкости для объективов с $F=50$ мм

Расстояние, на которое установлен объектив (в метрах)	Диафрагма					
	2	2,8	3,5	4,5	5,6	6,3
	Глубина резкости (в метрах)					
∞	41—∞	29—∞	23—∞	18—∞	14,6—∞	12,9—∞
20	13,5—39	11,9—63	10,8—∞	9,5—∞	8,5—∞	7,8—∞
10	8—13,2	7,5—15	7—17	6,4—22,5	6—31	5,6—45
7	6—8,5	5,8—8,9	5,4—10	5—11,4	4,6—14,7	4,5—15,3
5	4,45—5,7	4,3—5,9	4,1—6.4	3,9—6,9	3,7—8	3,6—8,2
4	3,65—4,44	3,6—4,6	3,4—4,8	3,3—5,1	3,2—5,7	3,1—5,8
3	2,8—3,2	2,7—3,3	2,7—3,4	2,6—3,6	2,5—3,8	2,4—4
2,5	2,35—2,67	2,3—2,7	2,3—2,8	2,2—2,9	2,1—3	2,1—3,1
2	1,9—2,1	1,9—2,1	1,9—2,2	1,8—2,2	1,8—2,3	1,7—2,4
1,75	1,68—1,83	1,66—1,85	1,63—1,89	1,6—1,94	1,55—1,96	1,54—2
1,5	1,45—1,56	1,41—1,2	1,41—1,6	1,4—1,61	1,37—1,67	1,33—1,72
1,25	1,21—1,29	1,2—1,3	1,19—1,32	1,17—1,34	1,15—1,36	1,14—1,38
1	0,98—1,02	0,97—1,03	0,96—1,04	0,96—1,05	0,94—1,07	0,93—1,08

Расстояние, на которое установлен объектив (в метрах)	Диафрагма						
	8	9	11	12,5	16	18	22
	Глубина резкости (в метрах)						
∞	10,2—∞	9—∞	7,4—∞	6,5—∞	5,1—∞	4,5—∞	3,7—∞
20	6,8—∞	6,2—∞	5,4—∞	4,9—∞	4,1—∞	3,7—∞	3,1—∞
10	5,1—∞	4,7—∞	4,3—∞	3,9—∞	3,4—∞	3,1—∞	2,7—∞
7	4—27,4	3,9—31,3	3,5—∞	3,4—∞	2,9—∞	2,7—∞	2,3—∞
5	3,3—10,7	3,2—11,2	2,9—19	2,8—21,8	2,5—∞	2,4—∞	2—∞
4	2,9—7	2,8—7,2	2,6—9,7	2,5—10,4	2,2—27	2,1—36	1,9—∞
3	2,3—4,2	2,2—4,6	2,1—5	2—6	1,9—7,1	1,8—10,3	1,7—14,4
2,5	2—3,3	2—3,5	1,9—3,9	1,8—4,1	1,7—4,8	1,6—5,6	1,5—9,5
2	1,7—2,5	1,6—2,6	1,6—2,7	1,4—3	1,4—3,2	1,3—3,7	1,3—4,2
1,75	1,5—2,1	1,47—2,17	1,4—2,29	1,38—2,40	1,32—2,63	1,26—2,86	1,17—3,6
1,5	1,31—1,75	1,28—1,81	1,26—1,86	1,23—1,98	1,17—2,1	1,12—2,3	1,03—2,5
1,25	1,12—1,41	1,1—1,45	1,06—1,5	1,05—1,55	1,01—1,64	0,98—1,73	0,91—1,98
1	0,92—1,1	0,9—1,13	0,89—1,15	0,86—1,18	0,84—1,23	0,82—1,29	0,8—1,34

Таблица 42

Таблица глубины резкости для объективов с $F = 85$ мм

Расстояние, на которое установлен объектив (в метрах)	Диафрагма							
	2	2,8	4	5,6	8	11	16	22
	Глубина резкости (в метрах)							
∞	109—∞	78,2—∞	54,7—∞	39,1—∞	27,4—∞	19,9—∞	13,7—∞	10—∞
50	34,3—91,9	30,5—∞	26,2—∞	22—∞	17,7—∞	14,3—∞	10,8—∞	8,3—∞
20	16,9—24,4	15,9—26,8	14,7—31,4	13,3—40,8	11,6—∞	10—∞	8,1—∞	6,7—∞
10	9,2—11	8,9—11,5	8,5—12,2	8—13,4	7,3—15,7	6,7—19,9	5,8—36,3	5—∞
5	4,79—5,24	4,7—5,34	4,6—5,5	4,4—5,7	4,24—6,1	4,01—6,6	3,68—7,8	3,35—9,9
3	2,92—3,08	2,89—3,12	2,85—3,17	2,79—3,24	2,71—3,36	2,62—3,52	2,47—3,81	2,32—4,24
1,5	1,48—1,52	1,47—1,53	1,46—1,54	1,45—1,56	1,43—1,58	1,4—1,62	1,36—1,67	1,31—1,75
1	0,99—1,01	0,99—1,01	0,98—1,02	0,98—1,02	0,97—1,04	0,96—1,05	0,94—1,07	0,92—1,1

Таблица 43

Таблица глубины резкости для объективов с $F = 100$ мм

Расстояние, на которое установлен объектив (в метрах)	Диафрагма					
	6,3	9	12,5	18	25	36
	Глубина резкости (в метрах)					
∞	52,2—∞	36—∞	25—∞	18—∞	13—∞	8,5—∞
50	25,4—∞	21—∞	17,1—∞	13—∞	10—∞	7—∞
20	14,2—32,4	13—44	11,3—∞	9,2—∞	7—∞	6—∞
10	8,3—12,4	7,8—13,8	7,2—16,2	6,4—22	5,4—42	4—∞
7	6,1—8,1	5,8—8,7	5,5—9,6	5—11,4	4,5—14,9	3,8—30
5	4,5—5,6	4,4—5,8	4,2—6,2	3,9—6,9	3,7—8,1	3,1—11,5
4	3,7—4,4	3,6—4,5	3,5—4,8	3,2—5,2	3—5,8	2,7—7,1
3	2,8—3,2	2,7—3,3	2,6—3,4	2,5—3,7	2,4—3,9	2,2—4,5

Таблица 44

Таблица глубины резкости для объективов с $F=135$ мм

Расстояние, на которое установлен объектив (в метрах)	Диафрагма					
	4	5,6	8	11	16	22
	Глубина резкости (в метрах)					
∞	138—∞	98,6—∞	69—∞	50,2—∞	34,5—∞	25,1—∞
50	36,7—78,3	33,2—101	29—∞	25,1—∞	20,5—∞	16,7—∞
25	21,2—30,5	20—33,4	18,4—39,1	16,7—49,5	14,5—∞	12,6—∞
10	9,3—10,8	9,1—11,1	8,8—11,7	8,4—12,4	7,8—14	7,2—16,5
5	4,8—5,2	4,7—5,3	4,7—5,4	4,5—5,5	4,4—5,8	4,2—6,2
3	2,9—3,05	2,9—3,1	2,9—3,15	2,8—3,2	2,8—3,3	2,7—3,4
2	1,97—2,03	1,96—2,04	1,95—2,06	1,93—2,08	1,9—2,11	1,86—2,16
1,5	1,49—1,52	1,48—1,52	1,47—1,53	1,46—1,54	1,44—1,56	1,42—1,59

Таблица глубины резкости для объективов с $F=7{,}5$ *мм*

Расстояние, на которое установлен объектив (в метрах)	Диафрагма						
	4,5	5,6	6,3	8	11	16	22
	Глубина резкости (в метрах)						
∞	20—∞	16—∞	13—∞	11,3—∞	8,2—∞	5,6—∞	4,1—∞
10	6,7—20	6,1—26,7	5,8—30	5,3—∞	4,5—∞	3,6—∞	2,9—∞
5	4—6,67	3,8—7,3	3,7—8,5	3,5—9	3—13	2,6—∞	2,2—∞
3	2,7—3,5	2,6—3,7	2,5—3,8	2,4—4	2,2—4,7	1,9—6,5	1,7—11,2
2,5	2,2—2,8	2,16—2,96	2,1—3	2,05—3,21	1,92—3,6	1,73—4,52	1,55—6,41
2	1,82—2,22	1,78—2,29	1,74—2,31	1,7—2,43	1,61—2,65	1,48—3,1	1,34—3,91
1,5	1,4—1,62	1,37—1,66	1,35—1,7	1,32—1,73	1,27—1,84	1,18—2,05	1,1—2,37
1	0,95—1,05	0,94—1,07	0,93—1,08	0,92—1,1	0,89—1,14	0,85—1,22	0,8—1,32

Таблица 46

Таблица глубины резкости для объективов с $F = 11$ см

Расстояние, на которое установлен объектив (в метрах)	Диафрагма						
	4,5	5,6	8	11	16	22	32
	Глубина резкости (в метрах)						
8	28—∞	22,5—∞	15,8—∞	11,5—∞	7,9—∞	5,7—∞	3,5—∞
15	9,8—32	9—45	7,9—∞	6,5—∞	5,2—∞	4,1—∞	2,8—∞
8	6,2—11,2	5,9—12,4	5,3—16,2	4,7—26,3	4,2—∞	3,3—∞	2,4—∞
5	4,2—6	4—6,4	3,8—7,3	3,5—8,8	3—13,6	2,7—40	2—∞
4	3,5—4,7	3,4—4,9	3,2—5,4	3—6,1	2,6—8,1	2,3—13,4	1,9—∞
3	2,7—3,4	2,6—3,5	2,5—3,7	2,4—4	2,2—4,8	2—6,3	1,6—21
2,5	2,3—2,7	2,2—2,8	2,1—3	2—3,2	1,9—3,7	1,7—4,5	1,5—8,7
2	1,9—2,1	1,84—2,2	1,78—2,29	1,7—2,42	1,6—2,68	1,46—3,08	1,27—4,67
1,5	1,42—1,59	1,41—1,61	1,37—1,66	1,33—1,73	1,26—1,88	1,19—2,04	1,05—2,63

В таблицах фигурируют три величины: расстояние до плана наводки, диафрагма (в величинах относительного отверстия, выраженных в сокращенном виде) и границы глубины резкости. Зная любые две из них, можно определить третью. На практике обычно приходится определять две величины при известной третьей, причем наиболее часто необходимо знать наибольшее отверстие диафрагмы, удовлетворяющее поставленным требованиям глубины резкости. Для быстрого нахождения искомой величины отверстия в клетках соответствующей таблицы отыскивают цифры, отвечающие заданным границам глубины резкости, начиная с колонки, соответствующей наибольшему отверстию диафрагмы, и последовательно переходя к следующим колонкам.

Еще более часты случаи, когда необходимо обеспечить резкость всех планов от некоторого ближнего плана до бесконечности. Решение подобных задач производится с помощью данных, очерченных в таблицах черной рамкой. Чтобы быстро найти ответ, следует отыскать цифру, соответствующую расстоянию до передней границы резкости. Необходимая величина диафрагмы и расстояние, на которое следует установить объектив, отыскиваются соответственно вверху и слева от найденной цифры.

Использование таблиц глубины резкости позволяет избежать излишне сильного диафрагмирования, влияющего на степень освещенности светочувствительного слоя и увеличивающего вследствие этого выдержку. Благодаря указанной зависимости в отдельных случаях диафрагма может быть использована для уменьшения избыточно яркого освещения при съемке.

Положительная роль диафрагмирования заключается, помимо увеличения глубины резкости, в повышении степени резкости изображения тех объектов, по которым производилась наводка. Ввиду этого диафрагмировать объектив следует во всех случаях до тех возможных пределов, которые допускаются условиями съемки.

Изменение отверстия диафрагмы осуществляется у одних объективов поворотом поводка, у других — рифленого кольца.

Для удобства пользования диафрагмой последняя снабжена специальной шкалой с нанесенными на ней делениями. При перестановке диафрагмы на одно деление светосила объектива уменьшается в два раза. Некоторые объективы малоформатных камер составляют исключение из этого правила (см. стр. 32—33).

Применение шкалы глубины резкости

Многие объективы снабжены шкалой глубины резкости, позволяющей решать на месте съемки те же практические задачи, которые решаются при помощи таблиц глубины резкости, но с большей быстротой и легкостью.

Шкала глубины резкости обычно представляет собой дугу или кольцо с делениями и состоит из индекса (указателя) и симметрично расположенных по обе стороны от него цифр, повторяющих цифры шкалы диафрагмы данного объектива.

Шкала глубины резкости расположена рядом со шкалой расстояний и во время наводки на резкость скользит вдоль этой шкалы. В некоторых объективах перемещается шкала расстояний; в этом случае шкала глубины резкости неподвижна.

Пользуясь шкалой глубины резкости, можно определить границы глубины резкости при наводке объектива на то или иное расстояние при той или иной диафрагме. Можно определить, на какое расстояние следует навести объектив, чтобы при данной диафрагме получить необходимые границы глубины резкости (конечно, если такие границы вообще возможны). Наконец, можно определить, какую следует применить диафрагму, чтобы обеспечить необходимую глубину резкости.

Все эти задачи решаются по существу одним и тем же способом, основанным на том, что когда указатель шкалы глубины резкости совмещен с тем или иным делением шкалы расстояний, то равнозначные деления шкалы глубины резкости, расположенные по обе стороны от указателя (а деления эти должны соответствовать применяемой диафрагме), откладывают на шкале расстояний границы глубины резкости.

Если при заданных границах глубины резкости требуется определить точку наводки и наибольшую возможную для данного случая диафрагму, задача решается в обратном порядке, т. е. на шкале расстояний находят цифры, соответствующие заданным границам глубины резкости, и подбирают к этим цифрам такие две равнозначные цифры шкалы глубины резкости, расстояние между которыми равно или несколько больше расстояния между взятыми цифрами на шкале расстояний, а индекс шкалы глубины резкости показывает в этот момент расстояние до плана наводки.

Правила визирования

Визированием называется процесс определения границ фотографируемого кадра с помощью видоискателя фотоаппарата.

Ни один видоискатель, если его оптическая ось не совпадает с оптической осью объектива камеры, не может дать совершенно точных показаний, т. е. обеспечить точное совпадение видимых в нем границ фотографируемого кадра с границами будущего фотоснимка. Всегда между показаниями видоискателя и кадром имеется некоторая разница, тем большая, чем дальше от объектива камеры расположен объектив видоискателя. Это смещение, называемое параллаксом и играющее сравнительно незначительную роль при большом удалении от аппарата фотографируемых предметов, становится весьма ощутимым при съемке на близких расстояниях.

Некоторые видоискатели снабжаются специальным приспособлением, с помощью которого они могут наклоняться в сторону оптической оси объектива, и наклон этот в зависимости от расстояния до объекта съемки регулируется специальной шкалой. Однако большинство видоискателей делаются неподвижными, и чтобы устранить ошибки, вызываемые параллаксом, а также возможные неточности, которые могут быть допущены во время визирования, рамки видоискателей обычно рассчитаны так, что ограничивают кадр несколько меньший, чем получается на снимке. Несмотря на это, при съемке на близких расстояниях, т. е. крупным планом, в показания видоискателя следует вносить некоторую поправку и располагать наблюдаемый предмет не в центре поля зрения ви-

доискателя, а несколько ближе к той его стороне, которая обращена к объективу камеры. Надобность в такой поправке отпадает в однообъективных зеркальных камерах.

Точность показаний видоискателей зависит также от правильного их применения.

При съемке с рамочными видоискателями малую (заднюю) рамку видоискателя следует располагать на таком расстоянии от глаза, при котором стороны ее в проекции совпадают с соответственными сторонами большой (передней) рамки.

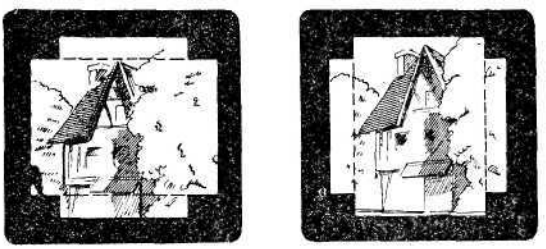


Рис. 145. Рамка зеркального видоискателя.

Пунктиром показан кадр, которым следует руководствоваться при съемке с горизонтальным (слева) и вертикальным расположением кадрового окна камеры

При съемке с телескопическими видоискателями окуляр видоискателя следует настолько приблизить к глазу, чтобы была видна вся рамка передней линзы видоискателя.

При съемке с зеркальными видоискателями, рамки которых имеют обычно форму креста, следует руководствоваться тем кадром (горизонтальным или вертикальным), который соответствует *расположению фотокамеры* (*рис.* 145). Видоискатель следует располагать так, чтобы линия зрения была перпендикулярна верхней линзе видоискателя. Не следует слишком приближать видоискатель к глазам, так как в этом случае нельзя будет видеть в нем отчетливого изображения объекта съемки.

Правила экспонирования

Экспонирование является заключительной операцией процесса съемки. Экспонирование осуществляется приведением в действие затвора камеры путем нажатия на спусковой рычаг или спусковую кнопку. Нажим этот должен быть плавным, без толчка. Рекомендуется для этой цели пользоваться гибким спусковым тросиком.

При съемке с рук (без штатива) с моментальной выдержкой (не более $^1/_{25}$ сек.) камеру во время экспонирования следует держать в руках плотно, сжимая ее с обеих сторон. Для большей устойчивости и неподвижности желательно прислониться к дереву, столбу, стене дома либо упереть локти в какую-нибудь устойчивую подпорку (перила, стол, спинка стула и т. п.). При съемке со штатива с длительной выдержкой необходимо пользоваться гибким спусковым тросиком.

ВЫДЕРЖКА И ЕЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Понятие о правильной выдержке

Выдержкой называется промежуток времени, в течение которого фотографический материал подвергается непрерывному действию света *.

Правильная выдержка при фотографической съемке является одним из основных факторов, которые в совокупности определяют техническое качество фотографического снимка.

Правильной в строгом смысле слова будет такая выдержка, при которой негатив тонально правильно передает весь интервал яркостей фотографируемого объекта. Однако тонально правильная передача объекта на снимке не всегда зависит только от выдержки, так как необходимым условием для этого является также наличие негативного материала, фотографическая широта которого численно больше интервала яркостей фотографируемого объекта или по крайней мере равна ему. При фотографировании на материале, фотографическая широта которого численно больше интервала яркостей объекта, тонально правильная передача объекта на снимке возможна при различных выдержках, которые, несмотря на множество их, все будут правильными.

В этом случае наилучшей (нормальной) будет некоторая средняя выдержка, позволяющая получить негатив нормальной плотности, удобный для печати.

При фотографировании на материале, фотографическая широта которого численно равна интервалу яркости объекта, правильной будет только какая-то одна выдержка. Эта же выдержка будет и наилучшей (нормальной) для получения негатива нормальной плотности.

При фотографировании на материале, фотографическая широта которого численно меньше интервала яркостей фотографируемого объекта, теоретически правильная выдержка отсутствует.

Однако в связи с часто возникающей необходимостью определять правильность выдержки при фотографировании на материалах, фотографическая широта которых меньше интервала яркостей объекта, практически правильной считают такую выдержку, при которой на данном материале при данных условиях съемки можно получить на снимке тонально наиболее правильную передачу наиболее важных в сюжетном отношении частей объекта.

В двух последних случаях правильная выдержка может быть одна. Она является и наилучшей (нормальной) для получения негатива нормальной плотности.

Всякие отклонения от нормальной выдержки ведут к ухудшению технических качеств негатива и изменяют плотность негатива, делая его либо слишком прозрачным, либо, наоборот, слишком плотным, т. е. и в том и в другом случае неудобным для печати. В зависимости от того, в какую сторону направлены отклонения от нормальной выдержки, они называются: в случае недостаточ-

* Понятие «выдержка» не следует смешивать с понятием «экспозиция», означающим к о л и ч е с т в о освещения, воздействующего на светочувствительный слой.

ной выдержки — *недодержками*, в случае избыточной выдержки — *передержками*.

При условии нормального проявления (до $\gamma=1$) общими признаками недодержки являются недостаточная плотность негатива и повышенный контраст изображения. Последнее вызывается тем, что наиболее темные элементы фотографируемого объекта попадают в область недодержек характеристической кривой, где приращение оптических плотностей происходит не пропорционально экспозициям, а в постепенно возрастающем порядке (см. стр. 129), в то время как прочие элементы объекта попадают в область пропорциональной передачи характеристической кривой. Разность в плотностях, а с ней и контрастность изображения возрастают.

Общими признаками передержки являются чрезмерная плотность негатива и пониженный контраст изображения. Последнее объясняется тем, что наиболее яркие элементы фотографируемого объекта попадают в область передержек характеристической кривой, где приращение оптических плотностей происходит не пропорционально экспозициям, а в постепенно убывающем порядке, в то время как прочие элементы объекта попадают в область пропорциональной передачи характеристической кривой. Разность в оптических плотностях, а с ней и контрастность изображения снижаются.

При весьма значительных недодержках на негативе сохраняется изображение лишь самых ярких элементов объекта, все же остальные части негатива остаются совершенно прозрачными без всяких признаков изображения.

При весьма значительных передержках на негативе сохраняется лишь изображение наименее ярких частей объекта, все же остальные части негатива становятся непрозрачными и почти без всяких признаков изображения.

Факторы, влияющие на выдержку

В зависимости от условий съемки и фотографических средств выдержка может изменяться в чрезвычайно широких пределах, практически ограниченных только предельной скоростью действия затвора камеры. Выдержка может изменяться на любую выбранную величину. Однако опыт показывает, что небольшие изменения в выдержке в ту или иную сторону практически не дают ощутимого эффекта, поэтому на практике при выборе той или иной выдержки пользуются величинами, отличающимися друг от друга по крайней мере в 1,5—2 раза.

Основными факторами, влияющими на продолжительность выдержки, являются светочувствительность фотографического материала, его освещенность и спектральный состав света, действующего на светочувствительный слой. Чем выше степень светочувствительности фотографического материала, больше его освещенность и чем больше актиничных лучей в составе действующего на слой света, тем выдержка меньше. В свою очередь освещенность фотопластинки или пленки зависит от освещенности объекта съемки, яркости самого объекта и величины действующего отверстия объектива. *Яркость же освещения объекта при дневной* съемке

зависит от географической широты местности, где производится съемка, от высоты местности над уровнем моря, от времени года (месяца и дня), от времени дня и от состояния погоды, а при вечерней съемке — от суммарной яркости источников света и от расстояния их до фотографируемого объекта.

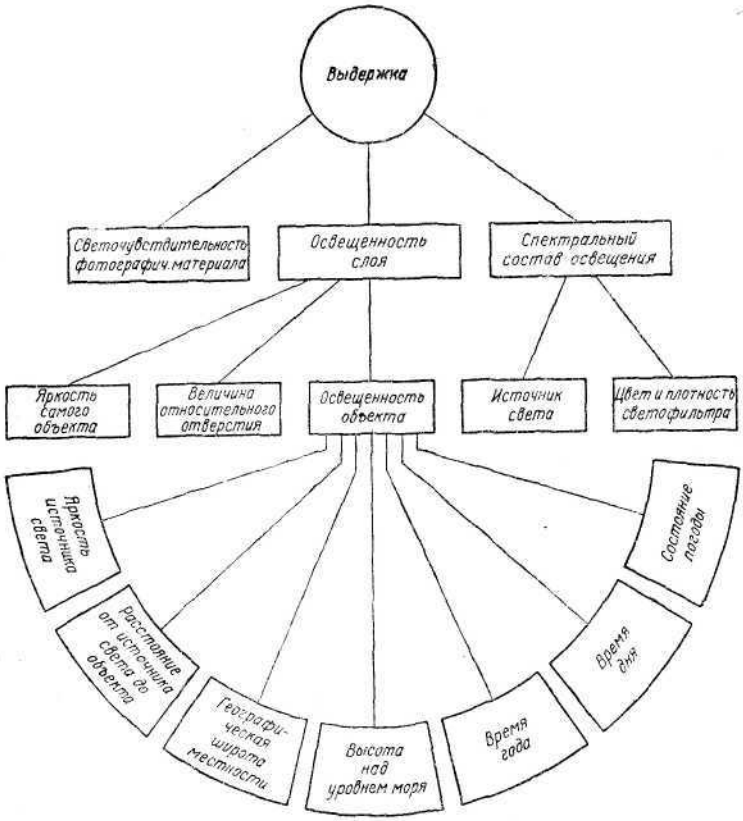


Рис. 146. Зависимость выдержки от условий съемки

Спектральный состав света, действующего на слой, зависит от источника света (солнце, полуваттные лампы, фотолампы, лампы дневного света, дуговые лампы, лента магния и т. д.) и от цвета и плотности применяемого светофильтра.

Для наглядности на рис. 146 приведена схема зависимости выдержки от перечисленных факторов. Помимо них, на продолжительность выдержки оказывает влияние и сопряженное фокусное расстояние, с изменением которого изменяется относительное отверстие объектива, а следовательно, и выдержка. Этот фактор

приобретает большое значение при съемке мелких предметов и при репродуцировании, когда вследствие небольших расстояний между фотоаппаратом и фотографируемыми объектами сопряженное фокусное расстояние может достигнуть величины двойного фокусного расстояния объектива, при котором фактическая светосила объектива уменьшается в четыре раза по сравнению с номинальной, а выдержка соответственно в четыре раза возрастает.

Таблица 47

Относительные выдержки при различных масштабах изображения

Масштаб изображения	Очень мал	1:20	1:10	1:8	1:6	1:4	1:2	3:4	1:1
Относительная выдержка	1	1,10	1,21	1,27	1,36	1,56	2,25	3,06	4

Примечание. За единицу принята выдержка, требуемая при установке объектива на бесконечность.

При масштабе меньшем 1 : 20 изменение выдержки настолько незначительно, что его можно в расчет не принимать.

Выдержка при дневном освещении

Для определения выдержки применяются специальные приборы или расчетные таблицы, называемые экспонометрами или экспозиметрами. Наиболее совершенными из таких приборов являются фотоэлектрические экспонометры, действие которых основано на применении фотоэлементов и соединенных с ними весьма чувствительных гальванометров. Фотоэлектрические экспонометры дают вполне удовлетворительные по точности показания выдержки, однако по мере износа прибора показания эти становятся все менее и менее точными, и он становится непригодным.

Достоинством фотоэлектрических экспонометров является то, что показания их не связаны с субъективной оценкой освещения на глаз. В этом отношении менее совершенными являются оптические экспонометры, действие которых основано на применении оптического клина, с помощью которого производится визуальное фотометрирование освещения. Участие глаза, не обладающего постоянством свойств, естественно, снижает точность показаний таких приборов, однако практически и они вполне применимы.

Наконец, практически достаточно надежными и во всяком случае предостерегающими от грубых ошибок являются расчетные таблицы, составленные обычно на основании средних опытных данных.

Таблица 48

Выдержки для дневной съемки

I. МЕСТО И ОБЪЕКТ СЪЕМКИ

Место или объект съемки	Условные числа	Место или объект съемки	Условные числа
Облака	0	Светлые, белые здания .	4
Пейзаж без переднего плана	4	Темные здания	8
Пейзаж со светлыми предметами на переднем плане	6	Портреты и группы на открытом воздухе . .	7
Пейзаж с темными предметами на переднем плане	8	Портреты и группы под редкими деревьями .	10
Открытое море, озеро, снежная равнина . .	1	Портреты и группы в лесу	12
Морской берег, поле . .	2	Портреты в комнате у самого окна	10
Площади	5	Портреты в комнате в 1 *м* от окна	14
Широкие улицы	6	Портреты в комнате в 2 *м* от окна	17
Узкие улицы	8	Светлая комната . . .	24
		Темная комната	30

II. ВРЕМЯ СЪЕМКИ

Часы (до полудня)	Месяцы						Часы (после полудня)
	январь декабрь	февраль ноябрь	март октябрь	апрель сентябрь	май август	июнь июль	
	Условные числа						
5	—	—	—	—	9	9	19
6	—	—	—	9	8	7	18
7	—	—	8	8	6	5	17
8	—	8	7	5	3	2	16
9	8	7	5	3	2	1	15
10	7	5	3	2	1	1	14
11	5	4	2	1	1	0	13
12	4	3	1	1	0	0	12

III. ОСВЕЩЕНИЕ (ПОГОДА)

Виды освещения	Солнце с белыми облаками	Солнце без облаков	Легкие облака	Серые облака	Очень пасмурно	Темные грозовые тучи
Условные числа	0	1	2	3	4	6

IV. ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ПЛАСТИНОК (ПЛЕНОК)

Система	Чувствительность пластинок (пленок)								
ГОСТ	16	22	32	45	65	90	130	180	250
Х и Д	350	500	700	900	1 400	2 000	3 000	4 000	6 000
ДИН	13/10	15/10	17/10	18/10	20/10	21/10	23/10	24/10	26/10
Условн. числа	**3**	**2**	**1**	**0**	**—1**	**—2**	**—3**	**—4**	**—5**

V. ДИАФРАГМА

Относительное отверстие	2	2,5	2,8	3,5	4,5	5,6	6,3	8
Условные числа	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**

Относительное отверстие	9	11	12,5	16	18	22	25	32	36
Условные числа	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**

VI. ВЫДЕРЖКА

Сумма условных чисел	**9**	**11**	**14**	**16**	**18**	**20**	**22**	**24**	**27**
Выдержка	$^1/_{1000}$	$^1/_{500}$	$^1/_{200}$	$^1/_{100}$	$^1/_{50}$	$^1/_{25}$	$^1/_{10}$	$^1/_5$	$^1/_2$
	Доли секунды								

Сумма условных чисел	**29**	**31**	**32**	**33**	**34**	**35**	**36**	**37**	**38**	**39**	**40**	**41**	**42**
Выдержка	1	2	3	4	6	8	12	15	25	30	50	1	$1^1/_2$
	Секунды											Минуты	

В каждой из пяти таблиц (I—V) следует отыскать наиболее соответствующий условиям съемки пункт, запомнить условное число, стоящее против этого пункта, затем сложить все эти условные числа. В последней (VI) таблице против числа, соответствующего полученной сумме условных чисел, указана искомая выдержка.

Если в таблице VI не окажется полученной цифры, следует взять следующую бóльшую цифру.

В таблице IV есть условные числа со знаком «—» (минус). При подсчете суммы чисел эти числа из общей суммы вычитаются.

Таблицы рассчитаны на среднюю полосу СССР, расположенную в пределах 51—56° северной широты. При съемке в южных широтах (41—50°) найденную по таблицам выдержку нужно сократить в 1,5—2 раза, а при съемке в северных широтах (57—65°), наоборот, увеличить в 1,5—2 раза.

При использовании светофильтра следует вводить соответствующую поправку на его кратность (см. стр. 223).

Таблица 49

Изменения в выдержках против указанных в таблицах для различных широт и соответствующих им городов СССР

Градусы северной широты	Города	Изменение выдержки
38	Ашхабад	Выдержку уменьшить в 2 раза
39	Сталинабад	
40	Баку, Бухара, Ереван, Красноводск, Ленинабад, Самарканд	
41	Ташкент	
42	Батуми, Кутаиси, Тбилиси	
43	Алма-Ата, Владивосток, Гагры, Грозный, Джамбул, Махачкала, Сочи, Ставрополь, Сухуми, Фрунзе	
44	Алушта, Балаклава, Ессентуки, Железноводск, Кисловодск, Пятигорск, Туапсе	
45	Анапа, Армавир, Бахчисарай, Ворошиловск, Евпатория, Измаил, Керчь, Кзыл-Орда, Краснодар, Новороссийск, Севастополь, Симферополь, Феодосия, Ялта	
46	Астрахань, Одесса	Выдержку уменьшить в 1,5 раза

Продолжение

Градусы северной широты	Города	Изменение выдержки
47	Ейск, Николаев, Осипенко, Ростов-на-Дону, Херсон	Выдержку уменьшить в 1,5 раза
48	Днепропетровск, Запорожье, Кировоград, Сталино	
49	Винница, Ворошиловград, Сталинград	
50	Актюбинск, Житомир, Караганда, Киев, Львов, Полтава, Ровно, Семипалатинск, Тарнополь, Харьков	
51	Акмолинск, Луцк, Сумы, Чернигов	Выдержка по таблицам
52	Брест, Гомель, Иркутск, Курск, Павлодар, Пинск, Саратов, Улан-Удэ, Уральск, Чита, Чкалов	
53	Барнаул, Брянск, Куйбышев, Кустанай, Орел, Пенза, Тамбов	
54	Магнитогорск, Минск, Могилев, Тула, Ульяновск	
55	Вильнюс, Витебск, Калуга, Новосибирск, Омск, Рязань, Смоленск, Уфа, Челябинск	
56	Горький, Молотов, Москва, Томск	
57	Иваново, Ижевск, Йошкар-Ола, Казань, Калинин, Рига, Свердловск	Выдержку увеличить в 1,5 раза
58	Вологда, Енисейск, Новгород, Псков, Щербаков, Тобольск, Ярославль	
59	Киров, Таллин	
60	Кронштадт, Ленинград	
61	Выборг	Выдержку увеличить в 2 раза
62	Петрозаводск, Сыктывкар, Якутск	
65	Архангельск, Кемь	
67	Кандалакша	
69	Мурманск	

Выдержка при съемке в горах

В зависимости от высоты над уровнем моря выдержка изменяется приблизительно в следующем виде:

При съемке на высоте до 800 *м* без изменений
» » » » » 1000 *м* $^3/_4$ от нормальной
» » » » » 2000 *м* $^1/_2$ » »
» » » » » 3000 *м* $^1/_3$ » »
» » » » » 4000 *м* $^1/_4$ » »

Выдержка при искусственном освещении

Выдержка при съемке с искусственными (электрическими) источниками света определяется в зависимости:

1) от общей светочувствительности пластинок или пленок;
2) от цветочувствительности пластинок или пленок;
3) от расстояния от источников света до объекта съемки;
4) от яркости объекта;
5) от светового потока, т. е. мощности лучистой энергии ламп;
6) от светоотдачи ламп.

При прочих равных условиях выдержка тем меньше, чем выше общая светочувствительность, выше степень сенсибилизации и дальше граница сенсибилизации негативных фотографических материалов.

В зависимости от величины общей светочувствительности материалов выдержка изменяется обратно пропорционально этой величине.

Таблица 50

Изменение выдержки в зависимости от вида применяемого негативного материала

Вид негативного материала	Относительная выдержка
Ортохроматический	1
Изоорто и изохроматический	$^2/_3$
Пан- и изопанхроматический	$^1/_2$

Таблица 51

Изменение выдержки в зависимости от яркости объекта

Яркость объекта	Относительная выдержка
Светлые (белые) предметы	1
Средние (серые) предметы	2
Темные (черные) предметы	3

В зависимости от расстояния между источником света и объектом выдержка изменяется обратно пропорционально квадрату этого расстояния.

Чем больше световой поток лампы освещения, тем меньше выдержка.

Светоотдача характеризуется отношением светового потока к мощности потребляемой лампой электроэнергии и выражается в люменах на ватт (*лм/вт*).

Наиболее удобными источниками освещения при съемке являются электрические лампы накаливания, но светоотдача их сравнительно невелика.

Повышая напряжение подаваемой на лампу электроэнергии, т. е. заставляя лампу работать с перекалом нити, светоотдачу нормальных осветительных ламп можно значительно повысить.

Таблица 52

Зависимость светоотдачи ламп накаливания от рабочего напряжения

Напряжение (в процентах от номинального)	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130
Светоотдача (*в процентах от* номинального)	66	72	79	89	100	109	121	131	141	154	166

Так как при повышении рабочего напряжения спектральный состав излучения обогащается коротковолновыми лучами, фотографическая актиничность ламп значительно возрастает, опережая при этом прирост светоотдачи. Таким методом лампу в 200—300 *вт* можно сделать фотографически эквивалентной лампе в 500—800 *вт*. Однако срок службы ламп при этом сокращается.

Таблица 53

Зависимость срока службы ламп накаливания от рабочего напряжения

Напряжение (в процентах от номинального)	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130
Срок службы (в процентах от номинального)	2 187	950	397	153	100	51	27	14	8	3	2,6

Для повышения срока службы ламп последние изготовляются с нитью, выдерживающей высокую температуру накала. Лампы эти, выпускаемые под названием фотоламп, в среднем служат до четырех часов, в то время как эквивалентные им нормальные электрические лампы при таком режиме горения служат не более 30 мин. или 1 часа.

Таблица 54

Сравнительная техническая характеристика электроламп

Тип лампы	Мощность (в ваттах)	Светоотдача (в люменах на ватт)		Срок службы (в часах)
		110—127	220	
Нормальная	100	12,75	10,00	1 000
»	150	14,50	11,40	1 000
»	200	15,25	12,55	1 000
»	300	16,25	13,65	1 000
»	500	17,45	15,12	1 000
»	1 000	19,00	17,20	1 000
Фотоламна	275	32,00	29,00	2
»	500	32,00	29,00	6
Люминесцентная дневного света (ДС)	15	28,00	—	1 500
То же	20	30,00	—	1 500
»	30	—	32,00	1 500
»	40	—	34,00	1 500

Определять выдержку при съемке электроламиами в любительских условиях можно с помощью приводимых ниже таблиц выдержек.

Для повышения коэфициента полезного действия осветительных приборов рекомендуется пользоваться белыми рефлекторами. Для смягчения света *применяются светорассеиватели из тонкой белой* материи или папиросной бумаги. Следует, однако, учитывать, что каждый такой светорассеиватель задерживает примерно 50% света, вследствие чего выдержку при съемке со светорассеивателем следует увеличивать по крайней мере вдвое.

Таблица 55

Таблицы выдержек для искусственного освещения

I. ЦВЕТОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ПЛАСТИНОК (ПЛЕНОК)

Наименование	Условные числа
Изопанхроматические	0
Панхроматические	0
Изохроматические	1
Изоортохроматические	1
Ортохроматические	2

II. РАССТОЯНИЕ ОТ ЛАМПЫ ДО ОБЪЕКТА СЪЕМКИ

Расстояние (в метрах)	Условные числа
0,8	4
1	5
1,5	6
2	7
3	8
4	9
6	10
8	11
10	12

III. СВЕТОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ПЛАСТИНОК (ПЛЕНОК)

Система	Светочувствительность пластинок (пленок)				
ГОСТ	16 и 22	32 и 45	65 и 90	130 и 180	250 и 350
Х и Д	500	1 000	2 000	4 000	8 000
ДИН	15/10	18/10	21/10	24/10	27/10
Условные числа	**3**	**2**	**1**	**0**	**—1**

IV. ЯРКОСТЬ ОБЪЕКТА

Степень яркости	Условные числа
Светлый	**0**
Средний	**1**
Темный	**2**

V. РЕФЛЕКТОР

Наличие рефлектора	Условные числа
С рефлектором	**0**
Без рефлектора	**1**
Со светорассеивателем	**2**

VI. МОЩНОСТЬ ЛАМПЫ

Мощность (в ваттах)	500	275	200	100	75
Фотолампы	**1**	**2**	—	—	—
Полуваттные лампы	**2**	—	**3**	**5**	**6**

VII. ДИАФРАГМА

Диафрагма	1,5	2	2,8/3,5	4/4,5	5,6/6,3	8/9	11/12,5
Условные числа	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**

VIII. ВЫДЕРЖКА

Сумма условных чисел	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Выдержка	1/500	1/250	1/100	1/50	1/25	1/10	1/5	1/2	1	2
	Доли секунды								Секунды	

Сумма условных чисел	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Выдержка	4	8	15	30	1	2	4	8	15	30
	Секунды				Минуты					

В каждой из приведенных семи таблиц (I—VII) следует найти условное число, соответствующее условиям съемки. Найденные числа сложить; в таблице VIII против полученной суммы будет искомая выдержка.

Таблицы рассчитаны на применение одной лампы.

При съемке с двумя лампами следует сначала найти выдержку для каждой лампы в отдельности. Найденные выдержки перемножить и разделить на их сумму.

Так, допустим, что при съемке двумя лампами выдержка для одной лампы получилась 2 сек., а для другой 8 сек. Общая выдержка для обеих ламп будет $(2 \times 8) : (2 + 8) = 16 : 10 = 1{,}6$ сек. При съемке с тремя или бо́льшим числом ламп следует найти выдержки для каждой из них, а затем, сочетая эти выдержки попарно, найти общую выдержку для всех ламп.

Экспозиция при съемке с магниевой вспышкой

Вспышка магниевой смеси обладает огромной эффективностью. Вследствие очень высокой температуры сгорания свет магниевой смеси обладает весьма большой фотографической актиничностью.

При съемке со вспышкой магния выдержка в зависимости от состава и количества магниевой смеси колеблется от $^1/_{10}$ до $^1/_{30}$ сек., т. е. съемка фактически производится моментально. Необходимая экспозиция (количество освещения) регулируется

только количеством смеси, поэтому целью расчетов является определение количества магниевой смеси, необходимое для данных условий съемки.

Магниевая смесь представляет собой смесь мелкого порошка металлического магния с каким-либо веществом, богатым кислородом. В качестве таких веществ применяются: азотнокислый барий, торий, аммоний, марганцевокислый калий и бертолетовая соль.

Рецепты магниевых смесей

№ 1.	Магний	1 весовая часть
	Азотнокислый барий . .	1 » »
№ 2.	Магний	1 весовая часть
	Азотнокислый аммоний .	1 » »
№ 3.	Магний	1 весовая часть
	Азотнокислый торий . .	1 » »
№ 4.	Магний	1 весовая часть
	Марганцевокислый калий	1 » »
№ 5.	Магний	1 весовая часть
	Бертолетовая соль . . .	2 весовые части

Наименьшее количество дыма дает состав по рецепту № 3. Наиболее быстрое сгорание — состав по рецепту № 5.

Магниевые смеси взрывоопасны и при взрыве могут вызвать серьезные ожоги; поэтому приготовление и сжигание магниевых смесей требует большой осторожности и соблюдения ряда правил:

1) составные части магниевых смесей следует измельчать в порошок в отдельности с помощью фарфоровой ступки;

2) смешивание составных частей следует производить в небольших дозах (2—3 *г*) с помощью гусиного пера или деревянной палочки;

3) во избежание разлетания искр при сгорании смесь должна быть однородной;

4) сжигать магний следует с помощью ламп или других приспособлений. Наиболее удобны и безопасны кремневые лампы. Менее удобны и более опасны пистонные лампы;

5) при отсутствии ламп смесь можно сжигать на металлической пластинке с помощью полоски селитряной бумаги или целлулоида, при этом один конец бумаги или целлулоида подсовывается под смесь, а другой конец длиной в 8—10 *см* выводится наружу и поджигается;

6) нельзя сжигать магний на вате и подносить горящую спичку непосредственно к смеси;

7) в случае невоспламенения следует обождать не менее 1—1,5 *мин.* и только после этого приблизиться к смеси, так как возможны запоздалые вспышки;

8) не следует сжигать магний на расстоянии менее 1,5—2 *м* от людей. Не следует также и самому находиться ближе 1 *м*. При использовании ламп держать их следует на вытянутой руке;

9) для вспышек следует по возможности ограничиваться небольшими дозами смеси (не более 2—3 *г*).

Таблица 56

Расчетные таблицы для определения количества магниевой смеси, необходимого для освещения при съемке

I. РАССТОЯНИЕ ОТ ВСПЫШКИ ДО ОБЪЕКТА СЪЕМКИ

Расстояние (в метрах)	Условные числа
3	8
4	9
6	10
8	11
10	12

II. РЕФЛЕКТОР

Наличие рефлектора	Условные числа
С рефлектором	0
Без рефлектора	1

III. ЯРКОСТЬ ОБЪЕКТА

Степень яркости	Условные числа
Светлый	0
Средний	1
Темный	2

IV. СВЕТОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ПЛАСТИНОК (ПЛЕНОК)

Система	Светочувствительность пластинок (пленок)			
ГОСТ	16 и 22	32 и 45	65 и 90	130 и 180
Х и Д	500	1 000	2 000	4 000
ДИН	15/10	18/10	21/10	24/10
Условные числа	3	2	1	0

V. ДИАФРАГМА

Величина диафрагмы	1,5	2	2,8/3,5	4/4,5	5,6/6,3	8/9	11/12,5
Условные числа	0	1	2	3	4	5	6

VI. КОЛИЧЕСТВО МАГНИЕВОЙ СМЕСИ

Сумма условных чисел	15	16	17	18	19	20	21
Магниевая смесь (в граммах)	0,1	0,3	0,5	1	2	4	8

В каждой из пяти таблиц (I—V) найти условное число, соответствующее условиям съемки. Условные числа сложить и ответ прочесть в таблице VI («Количество магниевой смеси») под суммой условных чисел.

Допустимые пределы отклонений в выдержке

Допустимые пределы отклонений в выдержке зависят от соотношения между величинами фотографической широты негативного материала и интервала яркостей фотографируемого объекта. Чем больше фотографическая широта негативного материала по сравнению с интервалом яркостей объекта, тем бо́льшими могут быть и отклонения от некоторой нормальной выдержки без ущерба для качества изображения в отношении воспроизведения яркостей объекта съемки.

Так, если интервал яркостей объекта равен 50, а фотографическая широта равна 250, то выдержку при съемке можно изменять в 5 раз (например, от $^1/_{50}$ до $^1/_{100}$ сек.).

Как указывалось, фотографическая широта некоторых негативных материалов достигает 200—250.

Таблица 57

Интервалы яркостей некоторых объектов

Объекты	Интервал яркостей
Открытый пейзаж в пасмурную погоду	1:2—1:3
» » без неба и без переднего плана	1:4—1:10
Открытый пейзаж с небом	1:20—1:60
Пейзаж с темным передним планом	1:100—1:300
Здания светлые, освещенные солнцем	1:5—1:10
» темные на фоне неба	1:100—1:200
Архитектура в пасмурную погоду	1:10—1:20
Узкие улицы в солнечную погоду с тенями от домов	1:300—1:500
Внутренность светлой комнаты	1:100
Портрет крупным планом со светлыми волосами	1:10—1:20
Портрет крупным планом с темными волосами	1:30—1:100
Темные объекты на фоне снега	1:500—1:1 000
В комнате против окна	1:1 000—1:5 000
» » » ярко освещенного окна	1:5 000—1:10 000
Вид из темного помещения, пещеры, из-под арок мостов на ярко освещенную солнцем местность	1:10 000—1:100 000

Ввиду того, что в подавляющем большинстве случаев вполне достаточно, чтобы правильно были воспроизведены средние яркости объекта, в пределах которых обычно находятся наиболее важные в сюжетном отношении части объекта, практически почти без всякого ущерба для художественных достоинств фотографического снимка можно производить фотографирование сюжетов с интервалом яркости 300—500, т. е. при расчете выдержек исходить из указанного значения фотографической широты (300—500).

Выдержка при съемке движущихся объектов

Выдержка при съемке движущихся объектов определяется в зависимости от скорости движения объекта, направления движения по отношению к оптической оси объектива и расстояния от фотоаппарата до объекта.

Предельно допустимое смещение изображения на негативах: для контактной печати — 0,1 *мм*; для увеличений — 0,03 *мм*.

Таблица 58

Зависимость выдержки от скорости движения объекта и расстояния до него

Расстояние до объекта, выраженное в фокусных расстояниях объектива	Скорость движения объекта (в метрах в секунду)					
	1		5		10	
	Продолжительность выдержки (в секундах)					
	для контактной печати	для увеличения	для контактной печати	для увеличения	для контактной печати	для увеличения
100	$^1/_{100}$	$^1/_{300}$	$^1/_{500}$	$^1/_{1500}$	$^1/_{1000}$	$^1/_{3000}$
500	$^1/_{20}$	$^1/_{60}$	$^1/_{100}$	$^1/_{300}$	$^1/_{200}$	$^1/_{600}$
1000	$^1/_{10}$	$^1/_{30}$	$^1/_{50}$	$^1/_{150}$	$^1/_{100}$	$^1/_{300}$

Таблица 59

Зависимость выдержки от угла, под которым движется объект относительно оптической оси объектива

Направление движения по отношению к оптической оси объектива	Относительная выдержка
Под углом в 0°, т. е. прямо на аппарат или от аппарата	1
Под углом в 45°	$^1/_2$
» » » 90°	$^1/_3$

Таблица 60

Средняя скорость движения различных объектов

Объект съемки	Скорость движения	
	км/час	*м/сек*
Пловец	3—3,5	1
Пешеход, медленно идущий	3—3,5	1
» быстро идущий	5—6	1,4—1,7
Человек бегущий	8—9	2—2,5
Конькобежец	30—40	8—12
Велосипедист	10—30	3—8
Лошадь, идущая шагом	6	1,7
» бегущая рысью	10—18	3—5
Рысак на бегах	30—36	8—10
Скачки	40—55	12—15
Городской транспорт	25—30	7—8,5
Автомобиль на шоссе	От 30 до 90	От 8,5 до 25
Поезд	» 30 » 90	» 8,5 » 25
Пароход	» 15 » 35	» 4 » 10
Самолет	» 140 » 500	» 40 » 140

Таблица 61

Приблизительные выдержки при съемке движущихся объектов

Объекты съемки	Направление движения		
	↓	↘	→
	Выдержка (в секундах)		
Пешеходы	$^1/_{10}$	$^1/_{25}$	$^1/_{50}$
Уличное движение общим планом	$^1/_{25}$	$^1/_{50}$	$^1/_{100}$
Городской транспорт	$^1/_{50}$	$^1/_{100}$	$^1/_{200}$
Спортивные моменты	$^1/_{100}$	$^1/_{200}$	$^1/_{500}$

СВЕТОФИЛЬТРЫ

Светофильтром называется окрашенная среда, избирательно поглощающая свет, т. е. пропускающая сквозь себя лучи определенной длины волны.

Применяемые в фотографии светофильтры представляют собой плоскопараллельные стеклянные пластинки, окрашенные в массе или покрытые слоем окрашенной желатины и покровным стеклом.

По своему назначению светофильтры делятся на с ъ е м о ч н ы е, применяемые для целей съемки (к ним относятся компен-

сационные светофильтры), и лабораторные, применяемые в фотолабораторных фонарях для освещения (к ним относятся некоторые селективные светофильтры). (Подробно о лабораторных светофильтрах см. стр. 251.) Монохроматические и субтрактивные светофильтры в любительской практике не применяются.

Таблица 62

Классификация светофильтров

Типы светофильтров	Избирательное действие	Область применения
Монохроматические (одноцветные)	Пропускают весьма узкий участок спектра	Для научных целей (астрофотография, микрофотография и т. п.)
Селективные	Пропускают небольшую группу лучей какой-либо зоны спектра: сине-фиолетовую, зеленую, желто-оранжевую, красную и др.	Применяются в ряде случаев в цветной фотографии, репродукционной технике и для освещения фотолабораторий
Компенсационные	Поглощают небольшую группу лучей какой-либо зоны спектра (например, сине-фиолетовую) и пропускают все остальные	Применяются при съемке для достижения того или иного эффекта цветопередачи

Компенсационные светофильтры

Сенсибилизированные фотографические материалы вследствие их относительно высокой чувствительности к сине-фиолетовым лучам спектра сами по себе еще не дают на снимке правильной цветопередачи. Она может быть получена путем ослабления действия сине-фиолетовых лучей на светочувствительный слой, что достигается надеванием на объектив фотокамеры светофильтров, поглощающих лучи сине-фиолетовой зоны спектра. Правда, с точки зрения правильной цветопередачи компенсационными являются лишь те светофильтры, которые не поглощают полностью всех сине-фиолетовых лучей, а частично пропускают их (некоторые желтые светофильтры), однако на практике применяются и такие светофильтры, которые полностью поглощают сине-фиолетовые лучи (плотные желтые, оранжевые, красные). Причисление их к типу компенсационных светофильтров условно, поскольку они не компенсируют (не уравнивают) действия различных лучей, а полностью исключают действие сине-фиолетовых. Применение этих светофильтров также приводит к нарушению баланса цветных лучей, но в направлении, противоположном тому, которое имеет место при съемке без светофильтра. Если при съемке без светофильтра синие цвета передают-

ся на готовом фотоотпечатке слишком светлыми, то при съемке с оранжевым светофильтром они получаются слишком темными. Это явление носит название переисправления цветопередачи.

Вопрос о том, какой из желтых светофильтров дает правильную цветопередачу, не может быть решен названием какого-либо одного конкретного светофильтра, так как эффект правильной цветопередачи зависит также от характера и степени сенсибилизации негатив-

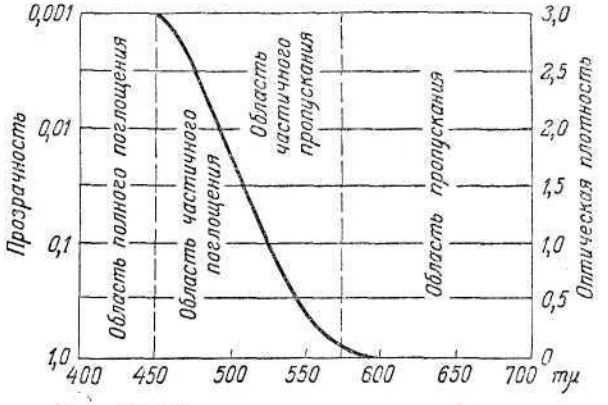


Рис. 147. Кривая поглощения светофильтра

ного материала, от спектрального состава применяемого при съемке освещения и, наконец, от цветности самого фотографируемого объекта съемки.

Точную спектральную характеристику светофильтров получают путем измерения их избирательного поглощения (или пропускания) с помощью специальной измерительной аппаратуры. По полученным данным на графике вычерчивают кривую, которая носит название кривой поглощения и дает наглядную картину светопропускной способности светофильтра для лучей различной длины волны (рис. 147).

На горизонтальной оси графика нанесена длина волн излучения (в миллимикронах), а на вертикальной — оптические плотности. Благодаря этому кривая показывает как степень поглощения, так и степень пропускания светофильтром лучей различной длины волны.

Светофильтры с оптической плотностью от трех и выше пропускают одну тысячную или еще меньшую часть падающего на них света, т. е. практически полностью поглощают лучи данной длины волны.

Для практических целей вполне достаточной является приблизительная оценка светофильтра по его цвету и плотности.

Светофильтры имеют различную окраску: желтую, оранжевую, красную и др. Наибольшее применение находят желтые светофильтры различной плотности (светлые, средние и плотные).

Таблица 63

Применение компенсационных светофильтров в зависимости от их цвета для различных негативных материалов

Цвет светофильтра	Применение
Желтые	Для всех сенсибилизированных материалов
Оранжевые	Для изохроматических, панхроматических и изопанхроматических материалов
Зеленые	Для изоортохроматических, изохроматических и изопанхроматических материалов
Красные	Для панхроматических и изопанхроматических материалов

В любительской практике рекомендуется пользоваться средними желтыми светофильтрами, являющимися универсальными, так как они пригодны для всех сенсибилизированных материалов (стр. 221).

Кратность светофильтров

Частично или полностью поглощая наиболее актиничные лучи, всякий светофильтр, естественно, вызывает увеличение выдержки.

Число, показывающее, во сколько раз следует увеличить выдержку, применяя тот или иной светофильтр, по сравнению с выдержкой без светофильтра при прочих равных условиях съемки, называется кратностью (или фактором) светофильтра q. Кратность светофильтра можно выразить отношением общей светочувствительности фотографического материала к его эффективной светочувствительности для данного светофильтра:

$$q = \frac{S}{S_\varphi}.$$

Чем плотнее светофильтр и чем ближе его цвет к красной зоне спектра, тем кратность светофильтра больше.

Кратность не является величиной постоянной для данного светофильтра и зависит от степени сенсибилизации светочувствительного слоя. Чем выше чувствительность слоя, например к желтым лучам, тем меньшего увеличения выдержки потребует применение для него желтого светофильтра, т. е. тем меньше будет и кратность этого светофильтра. Поэтому кратность одного и того же светофильтра для ортохроматических пластинок и пленок всегда больше, чем для панхроматических.

Существенное влияние на кратность светофильтра оказывает и спектральный состав освещения, при котором производится съемка. Чем меньше в составе этого освещения сине-фиолетовых лучей, тем кратность светофильтра меньше. Следовательно, кратность одного и того же светофильтра при дневном свете, богатом сине-

Таблица 64

Эффект, даваемый светофильтрами при съемке на различно сенсибилизированных материалах (при дневном освещении)

Цвет и плотность светофильтра	Цветочувствительность материалов		
	ортохроматические и изоортохроматические	изохроматические	панхроматические и изопанхроматические
Желтый светлый	Несколько улучшает цветопередачу. Слегка выделяет белые облака	Значительно улучшает цветопередачу. Хорошо выделяет белые облака	Дает почти правильную цветопередачу. Сильно выделяет белые и прорабатывает тонкослойные облака
Желтый средний	Значительно улучшает цветопередачу. Хорошо выделяет белые облака	Дает почти правильную цветопередачу. Сильно выделяет белые и прорабатывает тонкослойные облака	Дает правильную цветопередачу. Сильно выделяет белые и хорошо тонкослойные облака. Повышает контраст изображения
Желтый плотный	Дает тот же эффект, что и желтый средний, однако значительно увеличивает выдержку	Дает правильную цветопередачу. Сильно выделяет белые и хорошо прорабатывает тонкослойные облака. Повышает контраст изображения	Дает некоторое переисправление цветопередачи. Затемняет небо и резко выделяет на нем облака. Значительно повышает контраст изображения
Оранжевый	Неприменим	Дает тот же эффект, что и плотный желтый, однако значительно увеличивает выдержку	Дает сильное переисправление цветопередачи. Облачное небо передает, как грозовое. Весьма сильно повышает контраст изображения
Красный	Неприменим	Неприменим	Слишком переисправляет цветопередачу. Красные предметы передает почти белыми, голубые—почти черными. Значительно увеличивает выдержку. Для обычных съемок неприменим

фиолетовыми лучами, всегда больше, чем при искусственном освещении, богатом желтыми и красными лучами при сравнительно малом содержании сине-фиолетовых лучей.

Спектральный состав дневного света также непостоянен. В ранние утренние и предвечерние часы солнечный свет содержит гораздо меньше сине-фиолетовых лучей и гораздо больше желтых и красных, чем в середине дня.

Таблица 65

Изменения спектрального состава дневного света в зависимости от высоты стояния солнца над горизонтом

Высота стояния солнца над горизонтом (в градусах)	Содержание цветных лучей (в процентах)		
	сине-фиолетовых и зеленых	желтых	красных
90	42	26	32
80	42	26	32
70	41	27	32
60	41	27	32
50	40	27	33
40	39	27	34
30	37	28	35
20	33	28	39
15	30	28	42
10	24	29	47
7	17	28	55
5	12	26	62
4	10	23	67
3	3	19	78
2	0	18	82

Кратность одного и того же светофильтра в течение дня изменяется, увеличиваясь от восхода солнца к полудню, а затем уменьшаясь к концу дня. Все это сильно затрудняет точное определение кратности светофильтра, однако на практике нет необходимости в таком точном определении. Вполне достаточно знать приближенную кратность светофильтра для данного сорта пластинок или пленок для полуденного дневного освещения и уменьшать эту кратность в ранние утренние и предвечерние часы примерно в два раза.

Простейший способ определения кратности светофильтра заключается в следующем. При одних и тех же условиях делают несколько снимков с различной выдержкой без светофильтра и со светофильтром. После проявления из двух групп негативов отбирают два негатива (по одному из каждой группы), одинаковых по общей плотности, и сравнивают выдержки, при которых получены были эти негативы. Разделив бо́льшую из этих выдержек (выдержку при съемке со светофильтром) на меньшую (выдержку при съемке без светофильтра), находят кратность светофильтра.

Указанный способ не дает абсолютно точного результата, однако в любительской практике он вполне приемлем.

Не следует отождествлять номер светофильтра с его кратностью. Номера, проставляемые часто на светофильтрах, являются условными числами, не имеющими прямой связи с его кратностью, равно как и всякие условные обозначения (например, ЖС-12 или ОС-12).

Кратность светофильтра не может быть выражена одним числом, поэтому к светофильтрам обычно прилагается паспорт, в котором даются указания о кратности данного светофильтра для различно сенсибилизированных фотографических материалов. Указания эти также являются приближенными и ориентировочными.

Советская промышленность выпускает в настоящее время четыре вида компенсационных светофильтров:

Светофильтр ЖС-12 — светлый желтый
» ЖС-17 — желтый, средней плотности
» ЖС-18 — желтый плотный
» ОС-12 — оранжевый

Светофильтры изготовляются из оптического стекла, окрашенного в массе. Выпускаются в круглых металлических оправах различного диаметра применительно к основным объективам советских камер.

Ниже приведена таблица средней кратности советских светофильтров для отечественных негативных фотоматериалов применительно к полуденному, дневному освещению.

Таблица 66

Средняя кратность светофильтров для различных негативных материалов применительно к дневному полуденному освещению

Марка светофильтра и граница спектрального поглощения	Пластинки			
	—	«Изоорто»	«Изохром»	«Панхром»
	Пленки			
	«Ортохром»	—	«Изохром»	«Панхром» и «Изопанхром»
	Кратность			
ЖС-12 (450 mμ)	3	2	1,5	1,5
ЖС-17 (490 mμ)	4	3	2	1,5
ЖС-18 (510 mμ)	6	4	3	2
ОС-12 (550mμ)	Неприменим	6	5	2,5

Хранение светофильтров

Светофильтр требует такого же бережного обращения, как и объектив камеры. Протирать его надо осторожно мягкой чистой ватой (см. «Уход за объективами», стр. 55). При сильном загрязнении светофильтры следует протирать тампоном ваты, слегка смоченным спиртом. Нельзя протирать бумагой или тряпкой.

Хранить светофильтры следует в футляре. Склеенные желатиновые светофильтры необходимо оберегать от сырости и высокой температуры.

СМЕННЫЕ ОБЪЕКТИВЫ

Классификация сменных объективов

Всестороннее использование оптических средств в фотографической практике предусматривает применение различных объективов, отличающихся друг от друга по величине фокусного расстояния и угла изображения. С этой целью наиболее совершенные фотоаппараты всегда конструируются с учетом возможности замены в них одного объектива другим.

В зависимости от величины угла изображения и фокусного расстояния фотографические объективы подразделяются на три группы: нормальные, широкоугольные и длиннофокусные. Разновидностью длиннофокусных объективов являются телеобъективы.

В отличие от нормальных, или, как их иногда называют, универсальных объективов, устанавливаемых на фотоаппаратах в качестве основных, широкоугольные, длиннофокусные и телеобъективы носят название сменных (подробнее см. стр. 38—43).

При условии, что объектив имеет достаточные размеры полезного поля изображения, перекрывающие данный формат кадра, вопрос о том, является ли объектив для данной камеры нормальным, широкоугольным или длиннофокусным, решается в зависимости от фокусного расстояния объектива и величины используемого угла поля изображения.

Таблица 67

Фокусные расстояния и используемые углы поля изображения нормальных объективов для основных форматов фотографических аппаратов

Формат фотоаппарата (кадра)	Диагональ кадра (приближенно)	Фокусное расстояние	Используемый угол изображения (приближенно) (в градусах)
	(в сантиметрах)		
2,4 × 2,4	3,4	3,5	52
2,4 × 3,6	4,3	5,0	46
4,5 × 6	7,5	7,5	54
6 × 6	8,5	8,0	56
6 × 9	10,8	10,5	54
6,5 × 9	11,5	11,0	55
9 × 12	15,0	13,5	58

Из таблицы видно, что фокусное расстояние нормальных объективов приблизительно равно диагонали кадра, для которого эти объективы предназначены, а используемый угол изображения их колеблется в пределах приблизительно от 45 до 60°.

Объективы, имеющие фокусные расстояния бóльшие, чем указано в таблице, могут быть отнесены к числу длиннофокусных. Угол изображения таких объективов обычно не превышает 30°.

Объективы с бо́льшим углом поля изображения, чем приведенные в таблице, могут быть отнесены к числу широкоугольных. Фокусные расстояния таких объективов меньше указанных в таблице, а угол поля изображения обычно не меньше 70°.

Поскольку используемый угол поля изображения зависит от формата кадра, величина его не является постоянной: чем меньше используемый кадр, тем меньше и используемый угол поля изображения.

Практически это означает, что любой широкоугольный объектив может быть использован и как нормальный и как длиннофокусный, если применять его для форматов кадра, меньших чем тот, для которого данный объектив рассчитан.

Что касается длиннофокусных объективов, то они не могут быть использованы ни в качестве нормальных, ни тем более в качестве широкоугольных.

Поскольку широкоугольные объективы отличаются от нормальных (при данном формате кадра) меньшим фокусным расстоянием, они дают изображение в меньших масштабах и отличаются большей глубиной резкости. Длиннофокусные объективы дают изображение в бо́льшем масштабе и отличаются меньшей глубиной резкости.

Проверка сменных объективов

Замена основного объектива камеры каким-либо сменным осуществляется простым удалением из камеры одного объектива и установкой другого.

В пластиночных камерах, поскольку наводка на резкость в них производится по матовому стеклу с помощью рабочего объектива, любой из объективов, если установочное приспособление его соответствует камере, может быть использован в ней без всяких дополнительных фокусирующих приспособлений.

Возможность применения в таких камерах широкоугольных и длиннофокусных объективов ограничивается лишь пределами растяжения камеры.

То же относится и к однообъективным зеркальным камерам. Однако применение широкоугольных объективов, поскольку они обычно имеют малую величину *заднего отрезка* (т. е. расстояния от вершины задней линзы объектива до заднего главного фокуса объектива), ограничивается также конструктивными особенностями зеркальных камер. В таких камерах применимы только те объективы, оправа которых не препятствует свободному движению зеркала.

Во всех остальных камерах смена объективов возможна лишь при наличии специальных фокусирующих приспособлений. Эти приспособления обычно предусмотрены в конструкции объективов. Они имеются, в частности, в сменных объективах камер «Киев», «Зоркий» и «ФЭД», в которых наводка на резкость по дальномеру производится с помощью специальных устройств, компенсирующих разницу в шаге перемещения сменного объектива по сравнению с нормальным.

Точность действия этих объективов в соответственных камерах зависит от степени совпадения рабочего расстояния сменного объ-

ектива с рабочим расстоянием основного объектива или, что одно и то же, с рабочим расстоянием камеры, т. е. с расстоянием от опорной плоскости объектива до плоскости пленки, а также от степени точности сопряжения фокусирующего приспособления объектива с механизмом дальномера (подробнее см. раздел II, стр. 75).

Объективы, отвечающие указанным требованиям, т. е. точно пригнанные к камере, называют отъюстированными.

Сменные объективы, не отъюстированные для данного аппарата, применять нельзя, поэтому при покупке сменных объективов следует убедиться, что рабочее расстояние (его называют также рабочим отрезком), указанное в паспорте объектива, совпадает с рабочим расстоянием камеры (допустимые отклонения $\pm 0{,}02$ *мм*).

В фотокамерах «Киев» и «Зоркий» выпуска второй половины 1951 года и позже рабочее расстояние стандартизировано, что позволяет свободно производить замену на этих камерах всех объективов группы «Юпитер».

Точность юстирования сменных объективов камер «Зоркий» и «ФЭД» может быть проверена следующим способом: объектив укрепляют в камере и устанавливают на бесконечность, после чего камеру направляют на какой-либо весьма удаленный предмет. При точном юстировании контуры предмета, видимые в окуляр дальномера, должны совпасть. Раздвоенность контуров указывает на неточность юстирования.

Следует указать, что юстирование сменных объективов камер «Зоркий» и «ФЭД» требует специальных знаний и инструментов, без чего самостоятельно производить юстирование не рекомендуется во избежание повреждения объектива (см. стр. 102).

Точность юстирования сменных объективов камер «Зоркий-3», «Киев» и «Киев-III» может быть определена тем же способом, однако здесь, кроме того, имеется возможность проверить юстирование с помощью тонкоматированного матового стекла, приложенного к кадровой рамке камеры. Для такой проверки рекомендуется предварительно смазать матовое стекло вазелином.

Практика применения сменных объективов

Рациональное применение сменных объективов должно основываться на учете их характерных особенностей. Такими особенностями длиннофокусных и особенно телеобъективов являются:

1) небольшая глубина резкости, вследствие чего эти объективы малопригодны для многоплановых сюжетов, особенно в тех случаях, когда передний план находится на близком расстоянии от фотоаппарата;

2) малый угол изображения, в результате чего объективы эти несколько преуменьшают перспективу изображаемого пространства, т. е. сокращают (по сравнению с визуальным наблюдением натуры) расстояния между планами, сближают эти планы.

Помимо своего основного назначения, заключающегося в получении изображений крупным планом, длиннофокусные объективы в силу присущих им особенностей успешно применяются при съемке портретов крупным планом

Характерными особенностями широкоугольных объективов являются:

1) большая глубина резкости, позволяющая получить на снимке резко предметы, пространственно расположенные на значительном расстоянии друг от друга;

2) большой угол изображения, вследствие чего объективы эти несколько преувеличивают перспективу изображаемого пространства, т. е. удлиняют (по сравнению с визуальным наблюдением натуры) расстояния между планами, отдаляют эти планы друг от друга. Это явление выражается тем сильнее, чем ближе к камере расположен передний план фотографируемого сюжета, и в отдельных случаях создает впечатление искажения перспективы, хотя геометрически перспектива, даваемая всеми объективами, совершенно одинакова.

По той же самой причине (преувеличение перспективы) широкоугольные объективы при самых незначительных наклонах камеры приводят к чувствительному перспективному искажению форм фотографируемых объектов, что особенно сильно сказывается при съемке архитектурных сооружений. При такой съемке необходимо особенно внимательно следить за тем, чтобы оптическая ось объектива была строго горизонтальной.

ФОТОРЕПРОДУКЦИЯ

Репродукцией называется воспроизведение чертежей, рисунков, плакатов, картин, документов, фотографических снимков и других плоских изображений, называемых в репродукционной технике оригиналами.

Фотографическое воспроизведение оригиналов называется фоторепродукцией.

Классификация оригиналов

По характеру технического исполнения оригиналы бывают:

1) штриховые, выполненные с помощью чертежных средств (рейсфедером, пером, кистью), графическим или полиграфическим способами и состоящие из точек, линий и сплошных мест (заливок) без полутонов; к ним относятся чертежи, схемы, диаграммы, печатный текст, штриховые рисунки и т. п.;

2) тоновые или полутоновые, выполненные средствами живописи, полиграфии или фотографии и содержащие переходные тона (полутона); к ним относятся рисунки кистью с «отмывкой», карандашом, картины, фотоснимки и т. п.

В каждой из этих двух групп различают оригиналы одноцветные, выполненные тушью или краской одного цвета, и многоцветные, или цветовые, выполненные тушью, краской или карандашами различных цветов.

Для фотографического воспроизведения разного вида оригиналов применяются различные репродукционные фотографические пластинки: штриховые — для штриховых оригиналов и полутоновые — для тоновых оригиналов, несенсибилизированные — для одноцветных оригиналов и сенсибилизированные — для многоцветных оригиналов.

Техника репродуцирования

Главными условиями высококачественного репродуцирования являются:

1) применение прецизионного фотоаппарата с двойным растяжением;

2) применение оптически совершенных объективов с высокой разрешающей способностью;

3) параллельность плоскостей оригинала и фотопластинки (пленки);

4) равномерное освещение всей поверхности оригинала.

В любительских условиях для целей репродукции применимы все пластиночные фотоаппараты, имеющие двойное растяжение ме-

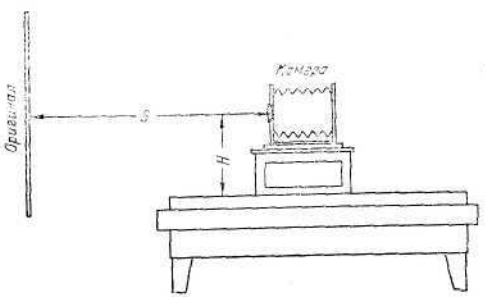


Рис. 148. Схема репродукционной установки

ха, формата не менее 9×12 *см* (например, «Фотокор № 1») и любые современные объективы (анастигматы). При наличии специальных дополнительных приспособлений могут быть использованы и фотоаппараты других типов и форматов, включая малоформатные камеры.

Важную роль играет способ фотопечати, с помощью которого изготовляется репродукция. Наилучшие результаты дает к о н т а к т н ы й способ печати, поэтому рекомендуется применение фотоаппаратов по возможности большого формата с тем, чтобы необходимый масштаб изображения был получен в процессе фотографирования.

Менее удовлетворительные результаты дает п р о е к ц и о н н ы й способ печати.

Параллельность плоскостей репродуцируемого оригинала и фотопластинки (пленки) проверяется с помощью уровней или отвесов либо следующим способом: на экране укрепляют лист черной бумаги, а в центре его небольшое зеркало и производят установку фотокамеры так, чтобы изображение объектива камеры, отраженное в зеркале, расположилось точно в центре матового стекла (на перекрестии двух диагоналей).

Если репродуцированием приходится заниматься часто, рекомендуется сделать репродукционную установку по схеме, приведенной на рис. 148.

Расстояние H от центра объектива до основания установки определяется в зависимости от максимального формата репродуцируемых оригиналов. Расстояние это должно быть не менее половины длинной стороны оригинала.

Расстояние от объектива до оригинала определяют также по формуле:

$$S=F(1+m),$$

где F — фокусное расстояние объектива; m — коэфициент линейного уменьшения.

Так, например, если $m = 5$ (пятикратное линейное уменьшение), то $S=6F$. Если $m = 1$ (репродукция в натуральную величину), то $S=2F$.

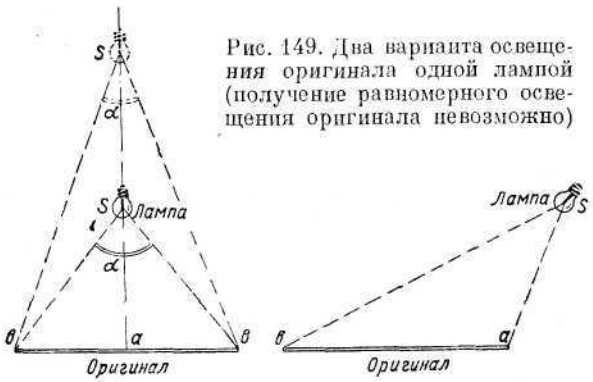


Рис. 149. Два варианта освещения оригинала одной лампой (получение равномерного освещения оригинала невозможно)

При репродуцировании оригиналов сравнительно небольших размеров более удобны вертикальные репродукционные установки.

В обычных любительских условиях репродуцирование можно производить со штатива с помощью штативной головки либо с помощью штанги и экрана увеличителя.

Равномерность освещения оригинала зависит от числа ламп, угла падения светового потока и расстояния от ламп до оригинала.

На основании простой схемы (рис. 149) можно установить, что вследствие разницы в расстоянии между источником света и различными точками поверхности оригинала достижение абсолютно равномерного освещения всего оригинала с помощью одной лампы невозможно ни при каких условиях, так как даже и в том случае, если лампа находится против центра оригинала, освещенность в разных точках оригинала будет различной (в точках *а* — больше, чем в точках *в*), не говоря уже о том, что такая установка лампы технически неосуществима.

С увеличением расстояния от лампы до оригинала угол пучка лучей α уменьшается, и разница в расстояниях Sa и $Sв$ становится меньше вследствие чего равномерность освещения увеличивается, но при этом освещенность снижается.

Равномерность освещения увеличивается с применением двух или большего количества ламп при условии четного числа ламп и симметричного расположения их относительно оригинала.

Таблица 68

Определение расстояния от объектива до оригинала по заданным фокусному расстоянию объектива и коэфициенту линейного уменьшения

Фокусное расстояние объектива (в сантиметрах)	Коэфициент линейного уменьшения											
	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	7	8	9	10
	Расстояние от объектива до оригинала (в сантиметрах)											
5	10,0	12,5	15,0	17,5	20,0	25,0	30,0	35,0	40,0	45,0	50,0	55,0
7,5	15,0	18,7	22,5	26,2	30,0	37,5	45,0	52,5	60,0	67,5	75,0	82,5
10,5	21,0	26,2	31,5	36,7	42,0	52,5	63,0	73,5	84,0	94,5	105	115,5
13,5	27,0	33,7	40,5	47,2	54,0	67,5	81,0	94,5	108	121,5	135	148,5
18	36,0	45,0	54,0	63,0	72,0	90,0	108	126	144	162	180	198
21	42,0	52,5	63,0	73,5	84,0	105	126	147	168	189	210	231

Практически равномерным освещением можно считать такое, при котором предельная разница в освещенности различных участков оригинала не превышает 6%. Так как глаз в таких пределах не улавливает разницы в освещенности, в практике репродуцирования ограничиваются глазомерным определением равномерности освещения.

При репродуцировании небольших оригиналов (до формата 13×18 *см*) можно пользоваться двумя лампами, при репродуцировании оригиналов больших размеров — четырьмя лампами. Мощность ламп и актиничность излучаемого ими света существенной роли не играют и сказываются лишь на продолжительности выдержки. Наиболее равномерное освещение дает рассеянный дневной свет, вполне пригодный для репродуцирования в любительских условиях. Однако непостоянство его силы значительно затрудняет определение выдержки.

Важное значение имеет угол падения светового пучка на плоскость оригинала, особенно при репродукции оригиналов с блестящей поверхностью. Величина угла должна быть такой, чтобы лучи, отраженные блестящей поверхностью оригинала, не попадали в объектив. Несоблюдение этого правила ведет к образованию бликов (черных пятен на негативах). При съемке оригиналов с блестящей поверхностью угол не должен превышать 25—30°. Вместе с тем не следует более уменьшать угол, так как это ведет к значительному снижению равномерности освещения оригинала. При репродукции оригиналов с матовой поверхностью угол может быть и достаточно большим (45—50°), так как свет, отражаемый таким оригиналом, достаточно хорошо рассеивается.

Во всех случаях репродуцирования весьма важным является полная неподвижность и устойчивость репродукционной установки. Оригинал должен быть плоским и хорошо прикреплен к экрану. Для прикрепления оригинала и придания ему плоской поверхности рекомендуется пользоваться хорошим (зеркальным) стеклом.

Репродуцирование камерами «ФЭД» и «Зоркий»

Наличие некоторых дополнительных принадлежностей позволяет производить репродукционные работы с помощью камер «ФЭД» и «Зоркий». Такими принадлежностями являются: насадочные линзы, переходные кольца и кронштейн с отвесом.

С помощью кронштейна камера укрепляется на штанге увеличителя объективом вниз (рис. 150). Установка камеры относительно оригинала осуществляется с помощью отвеса. Необходимым условием при этом является строгая горизонтальность плоскости экрана, которая должна быть проверена по всем направлениям с помощью уровня.

Применение насадочных линз дает возможность репродуцировать с помощью нормального объектива с расстояния от 37,5 *см* до 1 *м* с масштабом изображения от 1 : 6 и меньше.

Расстояние в этом случае отмеряется от задней стенки корпуса камеры. Наводка на резкость осуществляется с помощью шкалы расстояний объектива и расчетных таблиц (стр. 232).

Недостатком применения насадочных линз является нарушение коррекции системы объектив — насадочная линза, вследствие чего резкость на краях изображения даже при сильном диафрагмировании получается не вполне удовлетворительной.

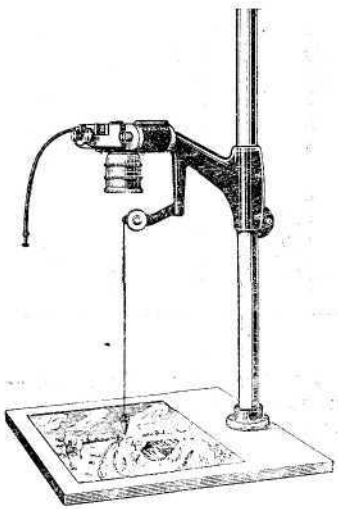


Рис. 150. Репродуцирование камерой «ФЭД» с помощью кронштейна и штанги увеличителя

Лучшие результаты в этом отношении дает применение переходных (промежуточных) колец и трубок, устанавливаемых в камере между нею и объективом и удлиняющих, таким образом, рабочее растяжение камеры. В зависимости от числа колец и трубок различной длины рабочее растяжение камеры может быть увеличено в любых необходимых пределах, что делает возможным репродуцирование и съемку мелких предметов не только в натуральную величину, но и в масштабах больше натуры.

Так как в оптическую систему объектива кольца и трубки не вносят никаких нарушений, съемка может производиться при любых отверстиях диафрагмы.

Удлинительные кольца и трубки могут быть изготовлены фотолюбителем самостоятельно из латунной или алюминиевой трубы соответствующего сечения.

Два переходных кольца длиной в 5 и 9 *мм* дают возможность производить репродуцирование с расстояния от 20 до 55 *см*, получая изображение в масштабе от 1 : 3 до 1 : 10.

Таблица 69

Расчетная таблица для линзы № 1

Положение риски относительно делений шкалы расстояний	Расстояние от оригинала до задней стенки корпуса (в миллиметрах)	Предельный формат оригинала (в сантиметрах)
∞	1 000	42 × 63
20	954	40 × 60
10	912	38 × 57
7	880	37 × 56
5	841	35 × 53
4	786	34 × 51
3	761	32 × 48
2	683	28 × 42
1,75	656	27 × 40
1,5	623	25 × 38
1,25	582	23 × 35
1	531	21 × 32

Таблица 70

Расчетная таблица для линзы № 2

Положение риски относительно делений шкалы расстояний	Расстояние от оригинала до задней стенки корпуса (в миллиметрах)	Предельный формат оригинала (в сантиметрах)
∞	531	21×32
20	519	20,8×31,2
10	508	20,3×30,5
7	499	20×30
5	488	19,3×29
4	477	19×28
3	463	18,5×27,5
2	436	17×25
1,75	426	16,5×24,5
1,5	413	16×24
1,25	397	15×22
1	375	14×20

Посадочная резьба колец — 4М. 39×1 (с шагом в 1 *мм*). Все остальные данные о размерах колец могут быть получены путем съема размеров с камеры.

Таблица 71

Расчетная таблица для переходных колец

Положение риски относительно делений шкалы расстояний	Для кольца 5 *мм*		Для кольца 9 *мм*		Для двух колец 5+9=14 *мм*	
	Расстояние от оригинала до задней стенки корпуса (в миллиметрах)	Масштаб	Расстояние от оригинала до задней стенки корпуса (в миллиметрах)	Масштаб	Расстояние от оригинала до задней стенки корпуса (в миллиметрах)	Масштаб
8	552	1:10	330	1:5,56	231	1:3,58
7	515	1:9,28	318	1:5,32	226	1:3,48
3	476	1:8,49	305	1:5,06	220	1:3,36
2	449	1:7,95	295	1:4,85	215	1:3,21
1,5	425	1:7,47	286	1:4,68	211	1:3,18
1	381	1:6,57	268	1:4,32	202	1:3

ОШИБКИ В ПРОЦЕССЕ СЪЕМКИ И ИХ ИСПРАВЛЕНИЕ

Если ошибки, допущенные при фотографировании, замечены тотчас же, следует снова сфотографировать объект, так как лишь немногие ошибки поддаются исправлению.

Чаще всего ошибки, допущенные при съемке, обнаруживаются лишь при анализе качеств готового негатива, т. е. после проявления. Таким образом, в число погрешностей, допущенных при съемке, автоматически включаются и ошибки проявления и дефекты негативного материала. Распознавание и определение причин дефектов не теряет смысла и в тех случаях, если они не могут быть исправлены, так как подобный анализ позволит избежать подобных ошибок в будущем.

Таблица 72

Дефекты негатива, образовавшиеся в результате неправильной съемки, их причины и способы устранения

Дефекты негатива, относящиеся к съемке (при условии правильного проявления)	Причины	Способ исправления
Негатив слишком прозрачен, детали в прозрачных местах отсутствуют, в темных местах детали проработаны	Недодержка	В случае небольшой недодержки — усиление, в случае сильной недодержки — негатив не поддается исправлению
Негатив плотный и вялый	Передержка	Ослабление
Негатив нерезок по всей поверхности	Нерезкая наводка	Не поддается исправлению
Негатив нерезок по всей поверхности; изображение зеркально обращено (при съемке на пленке изображение может быть и резким)	Неправильная зарядка пластинки (эмульсией назад)	Не поддается исправлению
Некоторые планы сюжета съемки нерезки	1) Неправильная наводка на резкость; 2) недостаточное диафрагмирование	Не поддается исправлению

Продолжение

Дефекты негатива, относящиеся к съемке (при условии правильного проявления)	Причины	Способ исправления
Изображение смазано по всему полю негатива	Сдвиг аппарата во время съемки	Не поддается исправлению
Изображение движущихся объектов смазано, все остальное резко	Недостаточно короткая выдержка	Не поддается исправлению
Контуры изображения сдвоены по всему полю негатива	Дрожание аппарата во время съемки	Не поддается исправлению
Непропорционально большие масштабы ближних предметов по сравнению с дальними	Съемка с очень короткого расстояния при употреблении короткофокусных и широкоугольных объективов	Не поддается исправлению
Вертикальные линии объекта сходятся под углом кверху. Геометричность формы нарушена	Аппарат наклонен объективом вверх	Не поддается исправлению
То же, но вертикальные линии сходятся под углом книзу	Съемка с высокой точки объективом, наклоненным вниз	Не поддается исправлению
Часть изображения отрезана	1) Неправильное визирование; 2) заслонка кассеты выдвинута не до конца	Не поддается исправлению
Изображение отсутствует	С объектива не снята крышка. Пропущен кадр пленки	Не поддается исправлению

Продолжение

Дефекты негатива, относящиеся к съемке (при условии правильного проявления)	Причины	Способ исправления
Большой темный круг посредине негатива (при съемке камерами «ФЭД», «Зоркий» и «Киев»)	Объектив не был выдвинут	Не поддается исправлению
Два изображения на одном негативе	1) Дважды использована одна и та же кассета; 2) не переведена пленка	Не поддается исправлению
Маленькие прозрачные точки	Пыль на пластинке или пленке	Ретушь

ЛИТЕРАТУРА

1. Д. Бунимович, Фотографическая съемка, Госкиноиздат, 1948.
2. Д. Бунимович, Фотографическая репродукция, Госкиноиздат, 1948.
3. Э.Д. Каценеленбоген, Свойства и применение фотографических материалов, Госкиноиздат, 19[illegible].
4. В. Микулин, Практика фотосъемки, Госкиноиздат, 1950.

РАЗДЕЛ V

НЕГАТИВНЫЙ ПРОЦЕСС

ФОТОГРАФИЧЕСКИЕ РАСТВОРЫ

Раствором называется однородная по своим свойствам смесь химических веществ. Такая смесь получается при растворении веществ в том или ином растворителе (в воде, спирте и т. п.).

Таблица 73

Классификация фотографических растворов и их назначение

Наименование группы растворов	Назначение растворов
Проявители	Проявляют скрытое фотографическое изображение
Фиксажи	Закрепляют (фиксируют) фотографическое изображение после его проявления
Усилители	Усиливают оптическую плотность фотографического изображения
Ослабители	Ослабляют оптическую плотность фотографического изображения
Виражи (тонирующие растворы)	Изменяют цвет фотографического изображения
Вираж-фиксажи	Закрепляют и одновременно изменяют цвет фотографического изображения на дневных фотобумагах

Кроме перечисленных, в фотографии применяется еще множество растворов: десенсибилизирующие растворы для уменьшения светочувствительности фотографических слоев; дубящие растворы — для дубления желатины эмульсии и др.

Составные части фотографических растворов

Вода

Во всех фотографических растворах основным растворителем веществ служит вода. Наилучшей является дистиллированная вода. В некоторых случаях (например, в ряде растворов для цветной фотографии) применение дистиллированной воды является обязательным, в подавляющем же большинстве случаев дистиллированная вода успешно может быть заменена чистой дождевой или хорошо очищенной речной, колодезной или водопроводной водой. При употреблении недистиллированной воды последнюю рекомендуется прокипятить. Вода с минеральными примесями (минеральные воды, морская вода и т. п.) для приготовления фотографических растворов непригодна.

Физически засоренную воду (пыль, песок, мелкий мусор) следует профильтровать или дать ей отстояться.

Химические вещества

Химические вещества могут иметь различную степень химической очистки; они разделяются на технические, химически чистые и химически чистые для анализа.

Первые из них всегда загрязнены посторонними примесями и для фотографических целей непригодны. Для приготовления фотографических растворов можно пользоваться только веществами химически чистыми или химически чистыми для анализа. Вторые отличаются лучшей очисткой.

Химические вещества, кроме того, можно разделить на два вида — кристаллические и безводные. Первые содержат в себе кристаллизационную воду, вторые свободны от нее.

Обезвоживание кристаллических веществ обычно производится путем их нагревания. Этот процесс называется кальцинацией, откуда некоторые безводные вещества получили название кальцинированных (например, кальцинированная сода).

Для целей фотографии одинаково пригодны кристаллические и безводные вещества, однако кристаллические вещества, поскольку они, кроме самого вещества, содержат воду, должны быть взяты всегда в большем количестве, чем безводные. Более удобны для применения и лучше сохраняются безводные вещества.

Приводим таблицу замены применяемых в фотографии кристаллических веществ безводными и наоборот (см. стр. 238).

Большую роль играет химическое качество вещества. Многие вещества разлагаются под действием воздуха (выветриваются, сыреют и расплываются), некоторые приходят в негодность под действием света и т. д. Вещества в таком состоянии большей частью в практике фотографии непригодны.

Таблица 74

Равноценные весовые количества кристаллических и безводных веществ, применяемых в фотографии

Вещества	Кристаллические	Безводные
Сода	1,0 2,7	0,4 1,0
Сульфит натрия	1,0 2,0	0,5 1,0
Поташ	1,0 1,3	0,8 1,0
Тиосульфат натрия	1,0 1,7	0,6 1,0

Предохранение химических веществ от разложения достигается тщательной и правильной их упаковкой. Все вещества надо оберегать от действия воздуха и хранить в хорошо закупоренных банках. Некоторые вещества (например, азотнокислое серебро, проявляющие вещества) следует хранить в темноте или в банках из темнокоричневого стекла.

Среди веществ, применяемых в фотографии, встречаются едкие и ядовитые. На этикетках таких веществ должна быть наклейка с надписью «Яд!»

Ни в коем случае не следует хранить вещества без этикеток.

Перечень главнейших химических веществ, применяемых в фотографии, с их химическими обозначениями и формулами, описанием их внешнего вида и назначения приведен на стр. 241—249.

Определение веществ, наиболее часто применяемых в фотографии

В случаях необходимости определить химическое вещество можно применить следующие простые способы.

Бромистый калий. При прибавлении к раствору бромистого калия раствора азотнокислого серебра выпадает желтый осадок бромистого серебра, который на свету при добавлении проявителя быстро чернеет.

Гидрохинон. При прибавлении к раствору гидрохинона азотной кислоты раствор окрашивается в красный цвет, а спустя некоторое время в желтый. При нагревании в пробирке плавится, не разлагаясь. Внесенный на кончике ножа в пламя свечи, гидрохинон горит.

Метабисульфит калия. При добавлении к раствору метабисульфита калия кислоты выделяется сернистый газ. Раствор метабисуль-

фита калия обесцвечивает подкисленный раствор марганцевокислого калия.

Метол. При добавлении к раствору метола раствора азотнокислого серебра образуется белый осадок, темнеющий на свету. При смешивании раствора метола, подкисленного соляной кислотой, с раствором хлористого бария выпадает белый нерастворимый в воде осадок (сернокислый барий). При нагревании в пробирке метол разлагается не плавясь (отличие от гидрохинона).

Парааминофенол. При добавлении к раствору парааминофенола, слегка подкисленному соляной кислотой, раствора хлорной извести раствор окрашивается в фиолетовый цвет с выделением желтого хлопьевидного осадка.

Поташ. При добавлении к раствору поташа какой-либо кислоты происходит реакция с выделением углекислого газа, сопровождающаяся бурным шипением раствора. При добавлении раствора виннокаменной кислоты образуется белый осадок (отличие от соды, в растворе которой осадок не образуется).

Сода. При добавлении к раствору соды раствора виннокаменной кислоты происходит реакция с выделением углекислого газа, сопровождающаяся шипением раствора. Раствор остается прозрачным (отличие от поташа, в растворе которого образуется белый осадок).

Сульфит натрия. При добавлении к раствору сульфита натрия соляной, серной или азотной кислоты выделяется сернистый газ с резким удушливым запахом. Раствор остается прозрачным.

Тиосульфат натрия (гипосульфит). При прибавлении к раствору гипосульфита соляной кислоты выделяется сернистый газ и образуется осадок серы. Раствор гипосульфита обесцвечивает раствор иода в спирту (настойка иода).

Приготовление фотографических растворов

Приготовление фотографических растворов сводится к отмериванию воды, отвешиванию химических веществ и растворению их в воде.

Отмерять воду и жидкости и отвешивать сухие вещества следует по возможности точно. Отклонения от количеств, указанных в рецептах, не должны превышать ±10%.

Отмерять воду и жидкости нужно с помощью мерительных стаканов (мензурок). Отвешивание сухих веществ производится на аптекарских или лабораторных весах с пластмассовыми или роговыми чашками. В случае отсутствия граммового разновеса можно воспользоваться мелкой разменной монетой достоинством от 1 до 5 коп.: 1 коп. весит 1 *г*; 2 коп. — 2 *г*; 3 коп. — 3 *г*; 5 коп. — 5 *г*.

Для ускорения растворения веществ последние рекомендуется предварительно истолочь в фарфоровой ступке. Растворять вещества нужно в той последовательности, которая указана в рецепте и на этикетке готовых фотографических смесей.

Не следует растворять какое-либо из веществ прежде, чем не растворится полностью предыдущее.

Растворение ускоряется помешиванием смеси стеклянной палочкой, а также предварительным подогреванием воды (не выше 50°С).

В тех случаях, когда имеется в виду общий объем раствора, вода берется вначале в меньшем количестве, чем указано в рецепте, а затем доливается до указанного в рецепте объема. В таких случаях в рецептах делается указание: воды до ... (такого-то объема).

Приготовленные на теплой воде фотографические растворы следует остудить до рабочей температуры, которая указана в рецепте.

Нормальная температура для всех фотографических растворов (кроме растворов, применяемых в цветной фотографии), 18—20°С; ни в коем случае не должна выходить за пределы 14—25°.

Загрязненный раствор следует профильтровать.

Сохраняемость и истощаемость растворов

Сохраняемость различных фотографических растворов неодинакова и зависит главным образом от состава растворов и происходящих в них реакций.

Не бывшие в употреблении растворы, если их правильно хранить, сохраняются обычно довольно долго, но встречаются и очень быстро портящиеся растворы, сохраняемость которых измеряется получасом. О сроке хранения таких быстро портящихся растворов в рецепте обычно делаются соответствующие указания. Бывшие в употреблении растворы сохраняются хуже.

Растворы, налитые в ванночки, портятся (окисляются) быстрее, чем в бутылках, так как поверхность соприкосновения их с воздухом в первом случае больше, чем во втором. Так, например, большинство свежеприготовленных проявителей в хорошо закупоренных и налитых доверху бутылках сохраняется до полугода, в то время как в ванночках они за одни сутки приходят в негодность.

Обычно по мере того, как растворы приходят в негодность, они окрашиваются (темнеют) или разлагаются с выделением осадка. Появление этих признаков свидетельствует о том, что раствором далее пользоваться нельзя.

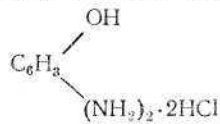
Причиной порчи растворов может быть и их истощение, при этом некоторые растворы не меняют своего внешнего вида: остаются достаточно чистыми и прозрачными.

Чем сильнее истощен раствор, тем медленнее и хуже он действует. Сильно истощенные растворы совершенно лишены обычно присущих им свойств.

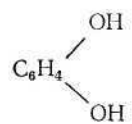
Истощение растворов связано только с их использованием, поэтому, чтобы не применять сильно истощенных растворов, следует учитывать, какое количество светочувствительных материалов в них обработано.

В процессе применения растворов надо следить, чтобы они не попадали один в другой. Многие растворы от этого либо сами приходят в негодность, либо приводят в негодность обрабатываемые ими материалы.

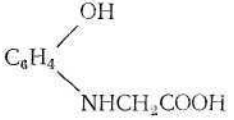
Химические вещества, применяемые в фотографии

Общеупотребительное название	Латинское название и синоним	Химическая формула	Внешний вид	Основное применение в фотографии
Амидол	Amidol Диамидофенол-хлоргидрат		Белые или серые кристаллические иглы	Мягко работающее проявляющее вещество. Применяется без щелочи
Аммиак (водный раствор)	Liquor ammonii caustici Нашатырный спирт	NH_4OH	Бесцветная жидкость с резким запахом	Применяется для чернения негативов и отпечатков при усилении сулемой
Аммоний азотнокислый	Ammonium nitricum	NH_4HO_3	Бесцветные кристаллы	Составная часть магниевых смесей
Аммоний двухромовокислый	Ammonium bichromicum	$(NH_4)_2Cr_2O_7$	Оранжевые кристаллы	Применяется в ослабляющих растворах для фотоотпечатков. Йодовит
Аммоний надсернокислый	Ammonium persulfuricum Персульфат аммония	$(NH_4)_2S_2O_8$	Белые кристаллы	Применяется в сверхпропорциональных ослабителях для негативов

Продолжение

Общеупотребительное название	Латинское название и синоним	Химическая формула	Внешний вид	Основное применение в фотографии
Аммоний хлористый	Ammonium chloratum Нашатырь	NH_4Cl	Белые кристаллические куски или порошок	Составная часть быстрых фиксирующих растворов
Бертолетовая соль	Kalium chloricum	$KClO_3$	Бесцветные блестящие кристаллы	Составная часть магниевых смесей. Ядовита
Бисульфит натрия	Natrium bisulfuricum	$NaHSO_3$	Белый порошок с резким запахом	Составная часть кислых фиксажей
Бура	Natrium biboricum Борнокислый натрий	$Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$	Белые кубические кристаллы	Составная часть некоторых мелкозернистых проявителей
Гидрохинон	Hydrochinon Парадиоксибензол		Мелкие блестящие кристаллы	Медленно и контрастно работающее проявляющее вещество

Продолжение

Общеупотребительное название	Латинское название и синоним	Химическая формула	Внешний вид	Основное применение в фотографии
Гипосульфит	Natrium hyposulfurosum Серноватистокислый натрий. Тиосульфат натрия	$Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$	Бесцветные кристаллы	Фиксирующее вещество
Глицин	Glicinum Параоксифенилглицин		Мелкие белые кристаллы	Медленно и мягко работающее проявляющее вещество
Железо хлорное	Ferrum chloridum	$FeCl_3$	Желто-коричневые кристаллы	Составная часть ослабителя. Ядовито
Золото хлорное	Auri chloridum	$AuCl_3 \cdot 2H_2O$	Мелкие оранжевые кристаллы	Составная часть вирирующих растворов для фотобумаг с видимым печатанием. Ядовито
Калий бромистый	Kalium bromatum	KBr	Прозрачные кубические кристаллы	Противовуалирующее вещество в проявляющих растворах

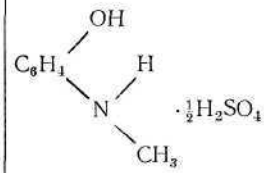
Продолжение

Общеупотребительное название	*Латинское название и синоним*	Химическая формула	Внешний вид	Основное применение в фотографии
Калий двухромовокислый	Kalium bichromicum Хромпик	$K_2Cr_2O_7$	Красно-оранжевые кристаллы	Входит в состав усиливающих и ослабляющих растворов. Ядовит
Калий едкий	Kali causticum Каустический поташ	KOH	Крупные белые кристаллы	В качестве щелочи входит в состав проявителей. Ядовит
Калий марганцевокислый	Kali hypermanganicum Перманганат калия	$KMnO_4$	Темновишневые кристаллы	Применяется в ослабителях, в растворах для удаления желтых пятен, как составная часть в магниевых смесях и для определения содержания гипосульфита в промывной воде
Калий лимоннокислый	Kalium citricum	$K_3C_6H_5O_7 \cdot 2H_2O$	Кристаллы в виде игл	Входит в состав вирирующих растворов
Квасцы алюмокалиевые	Alumen kalicum	$K_2Al_2(SO_4)_4 \cdot 24H_2O$	Бесцветные кристаллы	Вещество, дубящее желатину. Применяется в дубящих фиксажах

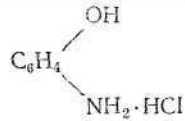
Общеупотребительное название	Латинское название и синоним	Химическая формула	Внешний вид	Основное применение в фотографии
Квасцы хромокалиевые	Alumen chromicum	$K_2Cr_2(SO_4)_4 \cdot 24H_2O$	Темнофиолетовые кристаллы	Вещество, дубящее желатину. Применяется в дубящих фиксажах
Кислота борная	Acidum boricum	H_3BO_3	Чешуйчатые прозрачные кристаллы	Составная часть кислых фиксажей
Кислота винокаменная	Acidum tartaricum	$C_2H_2(OH)_2$	Крупные бесцветные кристаллы	Составная часть кислых фиксажей
Кислота лимонная	Acidum citricum	$C_3H_4(OH) \cdot (COOH)_3H_2O$	Бесцветные кристаллы	Входит в состав кислых фиксирующих растворов. Применяется в растворах для вирирования бромосеребряных отпечатков
Кислота серная	Acidum sulfuricum	H_2SO_4	Густая бесцветная жидкость	Применяется преимущественно в растворах кислых фиксажей. Ядовита
Кислота уксусная	Acidum aceticum	$C_2H_4O_2$	Бесцветная жидкость	Применяется в кислых фиксажах. Ядовита

Продолжение

Общеупотребительное название	Латинское название и синоним	Химическая формула	Внешний вид	Основное применение в фотографии
Красная кровяная соль	Kalium ferricyanatum	$K_3Fe(CH)_6$	Темнооранжевые кристаллы	Применяется в ослабляющих, усиливающих растворах, а также в отбеливающих растворах при тонировании бромосеребряных отпечатков. Ядовита
Магний	Magnesium metallium	Mg	Серебристый порошок	В смеси с веществами, богатыми кислородом, применяется для осветительных вспышек
Медный купорос	Cuprum sulfuricum Сернокислая медь	$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	Голубые кристаллы	Составная часть усилителей и ослабителей. Входит в состав тонирующих растворов. Ядовит
Метабисульфит калия	Kalium pirosulfurosum	$K_2S_2O_5$	Бесцветные кристаллы	Применяется преимущественно в кислых фиксажах. Иногда в проявителях

Общеупотребительное название	Латинское название и синоним	Химическая формула	Внешний вид	Основное применение в фотографии
Метол	Metol Монометилпара-аминофенолсульфат		Мелкие бесцветные иглы с металлическим блеском	Быстро и мягко работающее проявляющее вещество
Натрий едкий	Natrium causticum	$NaOH$	Бесцветные кубические кристаллы	Применяется в усилителях и в проявляющих растворах как энергичная щелочь. Ядовит
Натрий сернистый	Natrium sulfuratum	$Na_2S \cdot 9H_2O$	Коричневые кристаллы	Применяется для тонирования бромосеребряных отпечатков в коричневый тон
Натрий уксуснокислый	Natrium aceticum	$N_2C_2H_3O_2 \cdot 3H_2O$	Бесцветные кристаллы	Составная часть виражфиксажей

Продолжение

Общеупотребительное название	Латинское название и синоним	Химическая формула	Внешний вид	Основное применение в фотографии
Натрий хлористый	Natrium chloratum Поваренная соль	$NaCl$	Прозрачные кристаллы кубической формы	Составная часть сулемового усилителя
Парааминофенол	Paraamidophenolum Параамидофенол		Бесцветные призматические кристаллы	Мягко работающее проявляющее вещество
Перекись водорода	Hidrogenium peroxidatum	H_2O_2	Бесцветная жидкость	Применяется для тонирования бромосеребряных отпечатков в коричневый тон. Ядовита
Поташ	Kalium carbonicum Углекислый калий	K_2CO_3	Белый порошок	Входит в состав проявляющих растворов как щелочь. Ядовит
Свинец азотнокислый	Plumbum nitricum	$Pb(NO_3)_2$	Белые кристаллы	Входит в состав вирирующих и усиливающих растворов. Ядовит

Продолжение

Общеупотребительное название	Латинское название и синоним	Химическая формула	Внешний вид	Основное применение в фотографии
Серебро азотнокислое	Argentum nitricum Ляпис	$AgNO_3$	Бесцветные плоские кристаллы	Применяется для усиления негативов. Ядовито
Сода	Natrium carbonicum Углекислый натрий	$Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$	Бесцветные кристаллы	Входит в состав проявляющих растворов как щелочь. Ядовита
Сулема	Hydrargium bichloratum Хлорная ртуть	$HgCl_2$	Бесцветные призматические кристаллы	Применяется для усиления негативов. Очень ядовита. Смертельная доза 0,2 *г*
Сульфит натрия	Natrium sulfuricum Сернокислый натрий. Сульфит	$Na_2SO_3 \cdot 7H_2O$	Бесцветные кристаллы	Консервирующая составная часть проявляющих растворов
Уранил азотнокислый	Uranum nitricum Уран азотнокислый	$UO_2(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$	Желтозеленые кристаллы	Применяется для усиления негативов и тонирования бромосеребряных отпечатков. Ядовит

Фильтрование растворов

Большинство фотографических растворов требует фильтрования, которое производится через вату или фильтровальную бумагу с помощью воронки или фильтровальных устройств.

При фильтровании растворов в кювету весьма удобна проволочная (из медной или латунной проволоки) подставка для воронки (рис. 151). При фильтровании из одной бутылки в другую работа значительно облегчается применением самофильтрующего прибора,

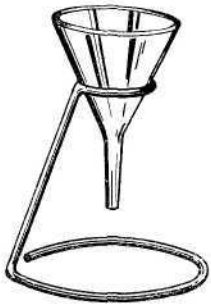


Рис. 151. Подставка для воронки

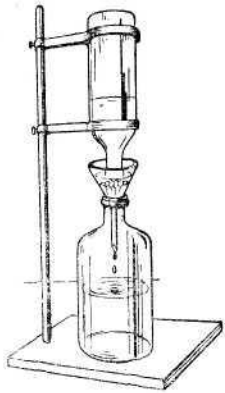


Рис. 152. Самофильтрующий прибор

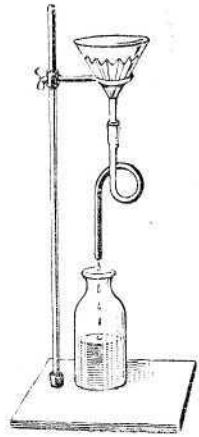


Рис. 153. Способ ускорения фильтрования

устройство которого ясно из рис. 152. При таком фильтровании уровень горлышка верхней бутылки должен быть обязательно ниже верхнего края воронки.

Фильтрование можно ускорить применением изогнутой трубки (рис. 153).

Грубое фильтрование можно производить с помощью ваты. Более тонкое фильтрование требует применения фильтровальной бумаги.

Применение запасных растворов

Для удобства хранения и применения многие фотографические растворы приготовляются с высокой концентрацией веществ и хранятся в виде запасных растворов, которые перед применением следует лишь разбавить водой в соотношениях, указываемых в рецептах.

В запасных растворах удобно хранить и некоторые отдельные вещества, если они не разлагаются.

Для приготовления из двух одинаковых растворов различной

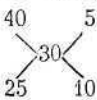
концентрации третьего раствора необходимой концентрации делается следующая запись:

где $А$ — концентрация более концентрированного запасного раствора в процентах; $Б$ — концентрация менее концентрированного запасного раствора в процентах; $В$ — концентрация требуемого раствора; $Г$ — количество более концентрированного раствора; $Д$ — количество менее концентрированного раствора.

В этой записи известны $А$, $Б$ и $В$ и требуется определить $Г$ и $Д$, величины которых определяются из следующих равенств:

$$Г = В - Б,$$
$$Д = А - В.$$

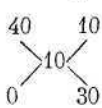
Так, например, из двух растворов одного и того же вещества с концентрациями 40 и 25% требуется составить 30%-ный раствор.



Соотношение запасных растворов $\frac{5}{10} = \frac{1}{2}$, т. е. на две части 25%-ного раствора следует взять одну часть 40%-ного раствора.

При необходимости разбавить запасный концентрированный раствор вещества водой для получения раствора нужной концентрации применяется тот же метод, только величина $Б$ (вода) принимается равной нулю. Тогда $Г$ будет выражать количество запасного раствора, а $Д$ — количество воды.

Пример. Из 40%-ного раствора вещества требуется получить 10%-ный раствор.



Соотношение $\frac{10}{30} = \frac{1}{3}$, т. е. на три части воды следует взять одну часть запасного раствора вещества.

ПРОЯВЛЕНИЕ ФОТОГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Лабораторные светофильтры

Лабораторные светофильтры предназначаются для освещения фотолабораторий светом, неактивичным для данного вида материалов. В соответствии с характером сенсибилизации обрабатываемых материалов применяются лабораторные светофильтры следующих цветов.

Желтый светофильтр — для обработки хлоросеребряных бумаг типа «Фотоконт» и хлоробромосеребряных бумаг типа «Контабром».

Оранжевый светофильтр — для обработки хлоробромосеребряных бумаг типа «Бромпортрет», бромосеребряных бумаг типа «Унибром», диапозитивных пластинок и позитивных пленок.

Красный светофильтр — для обработки несенсибилизированных и ортохроматических пластинок и пленок.

Темнокрасный светофильтр — для изоортохроматических пластинок и пленок.

Темнозеленый светофильтр — для ортохроматических и панхроматических пластинок и пленок.

Спектральная характеристика лабораторных светофильтров определяется тем же способом, что и съемочных (см. стр. 219). Для практических целей важно знать, что светофильтр не пропускает актиничных для данного фотоматериала лучей. Испытание светофильтра можно произвести следующим способом: пластинка, пленка или фотобумага, для обработки которых предназначен светофильтр, закрывается наполовину черной светонепроницаемой бумагой или листком картона и подносится к фонарю с испытуемым фильтром на расстояние 15—20 *см* на 1 мин., после чего погружается в проявитель и проявляется нормальное время. Появление вуали на засвеченной части испытуемого материала свидетельствует о непригодности светофильтра.

Важным фактором при таком испытании является мощность лампочки в фонаре. В лабораторных фонарях следует применять электролампы мощностью не свыше 25 *вт* в зависимости от плотности светофильтра.

Общая технология проявления

Проявление светочувствительных материалов складывается из пяти обязательных операций: 1) проявление; 2) ополаскивание; 3) фиксирование; 4) промывка; 5) сушка, следующих одна за другой в указанной последовательности, а также из дополнительных, не обязательных операций: десенсибилизации, дубления и др.

Каждая из операций преследует определенную цель.

Проявление необходимо для превращения скрытого фотографического изображения в видимое путем восстановления в светочувствительном слое металлического серебра.

В процессе проявления стоит задача: получить необходимый контраст и общую плотность изображения, которая достигается применением соответствующих проявляющих растворов при соответствующем времени проявления.

Ополаскивание материала чистой водой нужно для удаления с поверхности материала остатков проявляющего раствора, чтобы не заносить их в фиксажный раствор. Практически достаточно десятисекундного ополаскивания.

Фиксирование необходимо для того, чтобы сделать фотографическое изображение светостойким. Достигается путем растворения и удаления из слоя всего невосстановленного галоидного серебра, которого остается в среднем до 75% от первоначального количества.

Продолжительность фиксирования зависит от состава и температуры фиксирующего раствора.

Промывка проводится с целью удаления из желатинового слоя остатков фиксирующего раствора и растворенных им солей, ко-

торые, оставаясь в слое, спустя некоторое время выкристаллизовываются и разрушают слой либо вызывают на нем образование темных пятен и мутного налета.

Сушка необходима для того, чтобы сделать негатив физически прочным и годным для дальнейшего использования. Качество и скорость сушки зависят от температуры воздуха и метода сушки.

Приготовление проявляющих растворов

В состав проявляющих растворов, кроме воды, обычно входят:

проявляющее вещество (метол, гидрохинон, парааминофенол и др.);

консервирующее вещество, сохраняющее раствор от окисления (обычно сульфит натрия; редко — метабисульфит калия);

активирующее вещество, ускоряющее действие проявителя (щелочи: поташ, сода, едкое кали, едкий натрий);

противовуалирующее вещество, предупреждающее появление вуали и несколько замедляющее скорость действия проявителя (обычно бромистый калий).

Исключение составляет амидоловый проявитель, работающий без щелочи.

Общий порядок приготовления проявляющих растворов следующий: в 60—70% общего количества воды, подогретой до 40—50°С, растворяется небольшое количество консервирующего вещества, затем проявляющие вещества, после этого остальное количество консервирующего вещества, затем щелочь и, наконец, бромистый калий. По растворении всех веществ доливается до нужного объема холодная вода. Исключение из этого порядка составляет глицин, который следует растворять после растворения консервирующего вещества и щелочи.

При употреблении двух проявляющих веществ этот порядок может несколько видоизменяться. В рецептах проявителей вещества обычно перечисляются в той последовательности, в какой их следует растворять. Растворение следует производить при энергичном помешивании. По изготовлении раствора его нужно профильтровать и остудить до рабочей температуры.

Таблица 76

Оптимальное количество проявляющих веществ в растворе

Проявляющее вещество	Количество вещества в граммах на 100 *см*³ проявляющего раствора
Амидол	0,4—0,6
Гидрохинон	0,5—1,0
Глицин	1,7
Метол	0,6
Парааминофенол	0,3—0,6

При отсутствии указанного в рецепте консервирующего вещества последнее может быть заменено другим, взятым в равноценном количестве.

Таблица 77

Равноценные количества консервирующих веществ в проявителях

Сульфит натрия безводный	Сульфит натрия кристаллический	Метабисульфит калия
1	2	1,76
0,5	1	0,88
0,56	1,13	1

При замене сульфита натрия метабисульфитом калия количество щелочи в проявителе следует увеличить на 50%.

Наилучшие рабочие свойства проявляющих растворов достигаются при определенном соотношении в них различных веществ.

Таблица 78

Минимальные количества консервирующих веществ на 1 г проявляющего вещества

Проявляющее вещество	Количество консервирующих веществ (в граммах)		
	сульфит безводный	сульфит кристаллический	метабисульфит калия
Амидол	2,6	5,2	1,7
Гидрохинон	4,6	9,2	3,0
Глицин	3,0	6,0	2,0
Метол	3,0	6,0	2,0
Параминофенол	4,1	8,2	2,7

Таблица 79

Оптимальная концентрация углекислых щелочей (на 100 *см*³ проявляющего раствора)

Углекислая щелочь	Количество щелочи в граммах на 100 *см*³ проявляющего раствора
Сода кристалл.	10,5
Сода безводная	3,9
Поташ	4,9

Таблица 80

Оптимальное количество едких щелочей (в граммах) на 1 г проявляющего вещества

Проявляющее вещество	Едкий натрий	Едкое кали
Гидрохинон	0,7	1,0
Глицин	1,4	2,2
Метол	0,7	1,0
Параминофенол	0,5	0,8

При отсутствии указанной в рецепте щелочи последняя может быть заменена другой, взятой в равноценном количестве.

Таблица 81

Равноценные количества щелочей в проявителях

Сода безводная	Сода кристаллическая	Поташ	Едкий натр	Едкое кали
1	2,7	1,3	0,75	1
0,37	1	0,48	0,28	0,4
0,8	2	1	0,6	0,8
1,3	3,6	1,7	1	1,4
1	2,6	1,23	0,7	1

Следует, однако, учесть, что без нарушения свойств проявителя возможна замена углекислых щелочей (соды поташом) и едких (едкого натра едким кали). Заменять углекислые щелочи едкими или наоборот нельзя, так как при такой замене изменяются фотографические свойства проявителей.

Таблица 82

Оптимальное количество бромистого калия в процентах к общему количеству проявляющего раствора

При нормальной выдержке . . .	от 0,05 до 0,15
» недодержке	менее 0,05
» передержке	от 0,15 до 0,4

Классификация и свойства проявляющих растворов

В фотографической практике принято разделение проявителей на негативные, предназначенные для проявления негативных материалов, и позитивные, предназначенные для проявления позитивных материалов. Отличие первых от вторых заключается главным образом в концентрации веществ: негативные проявители отличаются большей концентрацией веществ, чем позитивные.

Большинство негативных проявителей может быть использовано в качестве позитивных путем разбавления их водой.

Основными фотографическими характеристиками проявителей являются: 1) скорость действия; 2) влияние на контрастность изображения; 3) влияние на зернистость изображения; 4) вуалирующая способность.

Под скоростью действия проявителя имеется в виду время, в течение которого проявитель полностью проявляет скрытое фотографическое изображение. По этому признаку негативные проявители могут быть разделены на следующие 4 группы:

1) медленные проявители с проявлением от 10 мин. и больше;
2) средние проявители с проявлением от 4 до 8 мин.;
3) быстрые проявители с проявлением от 2 до 3 мин.;
4) сверхбыстрые проявители с проявлением до 1—1½ мин.

Скорость действия проявителей зависит от вида и количества применяемой щелочи и от температуры раствора. Проявители с едкими щелочами работают быстрее, с углекислыми щелочами — медленнее. С увеличением концентрации щелочи скорость действия проявителей увеличивается.

Скорость действия проявителя изменяется также в зависимости от степени его истощенности. Приведенные выше данные относятся к свежеприготовленным растворам при температуре 20°С.

Влияние температуры на скорость действия различных проявителей различно.

Таблица 83

Средние данные о влиянии фактора температуры на скорость действия метолгидрохиноновых проявителей

Температура проявителя (в градусах)	12	15	18	20	22	24
Относительная скорость действия (в процентах)	150	130	110	100	90	80

По степени влияния на контраст изображения проявители можно разбить на следующие четыре группы: 1) мягко работающие; 2) нормально работающие; 3) контрастно работающие; 4) особо контрастно работающие.

Влияние на контрастность зависит главным образом от вида проявляющего вещества и щелочи.

Приводим нисходящий ряд проявителей по степени их влияния на контраст изображения: 1) гидрохинон с едким натром; 2) гидрохинон с углекислым калием или натрием; 3) метол с углекислым калием или натрием; 4) парааминофенол с углекислым натрием; 5) глицин с углекислым калием; 6) амидол.

Важно также учесть, что степень контрастности изображения возрастает с временем проявления. Исследования показывают, что с удлинением времени проявления мягко работающие проявители могут дать изображения более контрастные, чем контрастно работающие проявители при сокращенном времени проявления. Поэтому подразделение проявителей на различные виды по степени контрастности является в значительной степени условным и должно пониматься как результат скорости действия проявителей. Контрастные проявители дают величину максимального контраста в более короткое время, чем мягкие. Таким образом, быстро работающие проявители обычно являются контрастными, а медленно работающие — мягкими.

По степени влияния на зернистость изображения проявители делятся на обыкновенные и мелкозернистые.

Возникновение зернистости в большей мере связано с природой эмульсии и степенью проявленности светочувствительного слоя. С увеличением времени проявления и с соответственным возрастанием оптических плотностей зернистость увеличивается. Влияние состава проявителя на степень зернистости сравнительно невелико. Мелкозернистая работа проявителей объясняется главным образом тем, что вследствие значительного содержания в них растворителя

галоидного серебра (таким является сульфит натрия) и малого содержания щелочи проявители эти приобретают выравнивающие свойства и работают медленно, проявление в них ведется до получения невысоких плотностей.

По вуалирующей способности проявители делятся на две группы: с малой вуалирующей способностью и с большой вуалирующей способностью.

К наиболее употребительным проявителям с малой вуалирующей способностью относятся глициновые и парааминофеноловые проявители, к числу проявителей с большой вуалирующей способностью относятся метоловые, гидрохиноновые и метолгидрохиноновые. Однако чаще всего увеличение вуали является результатом длительного проявления.

Истощаемость проявляющих растворов

Истощаемость проявляющих растворов зависит от их состава и от характера обрабатываемых материалов. Негативные материалы при равной обрабатываемой площади истощают проявитель быстрее, чем позитивные.

При прочих равных условиях в одном литре проявителя можно проявить позитивных материалов по площади в три-четыре раза больше, чем негативных.

В среднем в каждых 100 *см*³ негативного проявителя можно обработать 2—3 пластинки 9×12 *см* или (при разбавлении проявителя водой) до 10—12 отпечатков того же формата. Практически это количество может быть увеличено вдвое, однако со значительным удлинением времени проявления и с постепенной потерей качества изображения.

Сильно истощенные проявители работают очень медленно и дают слабо крытые изображения с зеленоватым оттенком. При практическом определении степени истощенности проявляющего раствора можно руководствоваться скоростью его работы. Проявитель следует считать негодным при удвоении времени проявления по сравнению с временем для свежеприготовленного проявителя. Признаком истощенности служит и пожелтение раствора.

Рецепты негативных проявителей

Таблица 84

Состав различных метолгидрохиноновых проявителей

Состав проявителя	Характер проявителя		
	мягкий	нормальный	контрастный
	количество веществ (в граммах)		
Метол	1	1	5
Сульфит натрия (безводный)	20	26	40
Гидрохинон	0,5	5	10
Сода (безводная)	12	20	34
Бромистый калий	0,1	1	3
Вода (в куб. сантиметрах)	до 1 000	1 000	1 000

Универсальный проявитель

Приводимый ниже универсальный проявитель состоит из четырех запасных растворов, смешение которых в разных пропорциях позволяет получить рабочие растворы для различных целей.

Раствор I

Метол	14 *г*
Сульфит натрия (кристаллический)	120 *г*
Вода	до 1 000 *см*³

Раствор II

Сульфит натрия (кристаллический)	100 *г*
Гидрохинон	18 *г*
Вода	до 1 000 *см*³

Раствор III

Поташ	150 *г*
Вода	до 1 000 *см*³

Раствор IV

Бромистый калий	10 *г*
Вода	100 *см*³

Таблица 85

Приготовление рабочих растворов

Характер или назначение проявителя	Запасные растворы (в куб. *см*)				Вода (в куб. *см*)	Примечание
	раствор I	раствор II	раствор III	раствор IV (капли)		
Мягкий	70	10	20	20	150	
Нормальный	20	20	20	20	150	
Контрастный	20	80	40	40	150	
Очень контрастный	—	80	40	60	100	
Для недодержек	40	10	40	—	300	Раствор подогреть
» передержек	60	120	60	45	—	Раствор охладить
» высокой температуры	160	40	—	—	100	
Для низкой температуры	100	100	20	—	20	

Ниже приводится рецептура негативных проявителей для случаев, когда в распоряжении фотографа имеется только одно проявляющее вещество.

Амидоловый проявитель

Амидол	5 *г*
Сульфит натрия (безводный)	25 *г*
Вода	до 1 000 *см*³

Амидол вводится в раствор сульфита непосредственно перед применением. Раствор быстро портится и после употребления должен быть вылит.

Время проявления при 20°С—3—5 мин.

Глициновый проявитель

Сульфит натрия (безводный)	25 *г*
Поташ	50 *г*
Глицин	10 *г*
Вода	до 1 000 *см*³

Время проявления при 20°С—5—8 мин. Работает нормально.

Метоловый проявитель

Метол	3 *г*
Сульфит натрия (безводный)	15 *г*
Сода (безводная)	12 *г*
Бромистый калий	4 *г*
Вода	до 1 000 *см*³

Время проявления при 20°С—3—5 мин. Работает мягко.

Гидрохиноновый проявитель

Сульфит натрия (безводный)	20 *г*
Гидрохинон	6 *г*
Сода (безводная)	60 *г*
Бромистый калий	1 *г*
Вода	до 1 000 *см*³

Время проявления при 20°С—6—8 мин. Работает контрастно.

Параминофеноловый проявитель

Параминофенол	8 *г*
Сульфит натрия (безводный)	30 *г*
Сода (безводная)	50 *г*
Бромистый калий	0,5 *г*
Вода	до 1 000 *см*³

Время проявления при 20°С—6—8 мин. Работает нормально.

При использовании проявителей, содержащих одно проявляющее вещество, фотограф должен учитывать характер их работы.

Мелкозернистые проявители

Наиболее распространены метоловые и метолгидрохиноновые мелкозернистые проявители. Приводим рецепты мелкозернистых проявителей, дающих наилучшие результаты.

Мелкозернистый метоловый проявитель

Метол	8 *г*
Сульфит натрия (безводный)	125 *г*
Сода безводная	5 *г*
Бромистый калий	2,5 *г*
Вода	до 1 000 *см*³

Среднее время проявления при 20°С—15 мин.

Мелкозернистый метоловый проявитель
Рецепт НИКФИ

Метол	5 *г*
Сульфит натрия (безводный)	75 *г*
Бура (кристаллическая)	12 *г*
Борная кислота (кристаллическая)	4 *г*
Вода	до 1 000 *см*³

Среднее время проявления при 20°С—10 мин.

Мелкозернистый метолгидрохиноновый проявитель с бурой

Метол	2 *г*
Сульфит натрия (безводный)	100 *г*
Гидрохинон	5 *г*
Бура кристаллическая	2 *г*
Вода	до 1 000 *см*³

Среднее время проявления при 20°С—15 мин.

Мелкозернистый метолгидрохиноновый проявитель с повышенным контрастом

Метол	3 *г*
Сульфит натрия (безводный)	100 *г*
Гидрохинон	7,5 *г*
Бура кристаллическая	20 *г*
Вода	до 1 000 *см*³

Среднее время проявления при 20°С—10 мин.

Мелкозернистый метоловый проявитель (без щелочи)

Метол	7,5 *г*
Сульфит натрия (безводный)	100 *г*
Вода	до 1 000 *см*³

Среднее время проявления при температуре 20°С—20 мин.

Особо мелкозернистый проявитель

Метол	7,5 *г*
Сульфит натрия (безводный)	100 *г*
Бисульфит натрия	15 *г*
Вода	до 1 000 *см*³

Среднее время проявления при 20°С—25—30 мин.

Сверхмелкозернистый проявитель «Атомал»

Ортооксиэтиламинофенолсульфат	6 *г*
Гексаметафосфат натрия	1 *г*
Сульфит натрия (безводный)	100 *г*
Сода безводная	10 *г*
Бромистый калий	3 *г*
Вода	до 1 000 *см*³

Ортооксиэтиламинофенолсульфат растворяется отдельно в 200—250 *см*³ воды.

Среднее время проявления при температуре 20°С—12 мин.

Мелкозернистый проявитель «Финал», жестко работающий

Гексаметафосфат натрия	0,12 *г*
Метол	3,5 *г*
Сульфит натрия (безводный)	50 *г*
Гидрохинон	3,5 *г*
Лимоннокислый натрий	10 *г*
Бура (кристаллическая)	6 *г*
Бромистый калий	4 *г*
Вода	до 1 000 *см*³

Среднее время проявления при температуре 20°С—10—12 мин.

В 1 *л* каждого из приведенных растворов можно проявить 5—6 кинопленок (длиной 1,6 *м*) или такое же количество катушечных пленок, удлиняя время проявления каждой последующей пленки на 10—15% по сравнению с предыдущим.

Классификация фиксирующих растворов

Главной составной частью всех фиксирующих растворов является тиосульфат натрия (гипосульфит), встречающийся в виде кристаллического и безводного продукта (перевод см. табл. 74 на стр. 238).

Обыкновенный фиксаж представляет собой раствор тиосульфата натрия в воде.

Кроме обыкновенных, применяются кислые, кислые дубящие и быстрые фиксирующие растворы, в состав которых, помимо тиосульфата натрия, входят кислые соли или кислоты (метабисульфит калия, борная, лимонная, уксусная или серная кислоты), дубящие вещества (квасцы, формалин) и ускоряющие вещества (обычно хлористый аммоний).

Кислые фиксажи отличаются от обыкновенных значительно лучшей сохраняемостью; кроме того, они мгновенно останавливают процесс проявления и устраняют желтые пятна, иногда возникающие при проявлении.

Кислые дубящие фиксажи обладают теми же свойствами, что и кислые, но одновременно задубливают желатиновый слой, делают его более стойким к повышенной температуре. Поэтому кислые дубящие фиксажи рекомендуется применять летом.

Быстрые фиксажи отличаются от других более быстрым действием (работают в два раза быстрее, чем обыкновенный, и в три раза быстрее, чем кислый дубящий).

Приготовление фиксирующих растворов

При растворении тиосульфата натрия происходит энергичное поглощение тепла, вследствие чего раствор сильно охлаждается. Для компенсации потери тепла вода для приготовления фиксирующих растворов должна быть нагретой до 40—50°С.

При изготовлении кислых фиксажей с кислыми солями (например, с метабисульфитом калия) растворяются сначала тиосульфат натрия, затем метабисульфит калия. Можно производить растворение этих веществ и одновременно, но не в обратном порядке. При изготовлении кислых фиксажей с кислотами последние предварительно заготовляются в растворах, содержащих сульфит натрия, а затем небольшими порциями вливаются в раствор тиосульфата натрия при непрерывном помешивании *. Несоблюдение этого условия ведет к разложению тиосульфата натрия с выпадением осадка.

При изготовлении кислых дубящих фиксажей дубящие вещества вводятся в раствор последними, причем в виде раствора, небольшими порциями при помешивании.

Введение раствора дубящего вещества непосредственно в раствор тиосульфата натрия ведет к разложению последнего с выделением серы.

При изготовлении быстрых фиксажей хлористый аммоний растворяется отдельно от тиосульфата натрия и вводится в раствор последнего небольшими порциями при помешивании.

Скорость действия свежеприготовленных фиксажных растворов зависит как от их состава, так и от концентрации тиосульфата натрия, причем с увеличением концентрации тиосульфата натрия в пределах до 40% скорость действия фиксирующего раствора постепенно возрастает. При дальнейшем увеличении концентрации тиосульфата натрия скорость действия фиксирующего раствора начинает снижаться, а при концентрации свыше 60% раствор перестает фиксировать.

Наиболее быстро действуют быстрые фиксажи, затем (в убывающем порядке) обыкновенные, кислые и кислые дубящие.

Следует помнить, что попадание тиосульфата натрия в проявляющий раствор быстро приводит его в негодность.

---

* При применении концентрированных соляной или серной кислоты, во избежание разбрызгивания и ожогов, нельзя вливать в них воду или другие жидкости. Необходимо осторожно, небольшими количествами вливать кислоту в воду или растворы.

Сохраняемость и истощаемость фиксирующих растворов

Быстрые и кислые дубящие фиксажи сохраняются плохо. Лучше сохраняются обыкновенные и очень хорошо — кислые фиксажи. Последние в отличие от всех других обладают отличной сохраняемостью и в процессе их применения.

Кислые и кислые дубящие фиксажи сохраняют свои отличительные свойства лишь до тех пор, пока имеют кислую реакцию и окрашивают синюю лакмусовую бумажку в красный цвет.

Таблица 86

Нормы использования фиксирующих растворов для 1 *л* раствора

Вид фиксажа	Нормы использования в площади обрабатываемых материалов (в кв. сантиметрах)		Нормы использования обрабатываемых материалов в формате 9 × 12	
	негативные	позитивные	негативные	позитивные
Обыкновенный	5 500	11 000	50	100
Кислый	7 000	14 000	65	130
Кислый дубящий	10 000	20 000	95	180
Быстрый	5 500	11 000	50	100

Таблица рассчитана на сравнительно небольшие изменения свойств и скорости действия фиксажных растворов. Указанные нормы могут быть увеличены на 50%. По мере истощения фиксажные растворы работают медленнее. Последние материалы из числа указанных в таблице фиксируются примерно вдвое дольше, чем первые. Практически фиксирующий раствор можно использовать до утроения времени фиксирования, однако при сбработке негативных материалов рекомендуется не доводить раствор до такого истощения и заменять его свежим.

Рецепты фиксирующих растворов

Обыкновенный фиксаж

Тиосульфат натрия (кристаллический) 250 *г*
Вода . . . . . до 1 000 *см*³

Среднее время фиксирования при температуре 20°С—10—12 мин.

Кислый фиксаж

Тиосульфат натрия (кристаллический) 250 *г*
Сульфит натрия (безводный) . . . . 25 *г*
Серная кислота (10%-ный раствор) . 5 *см*³
Вода . . . . . до 1 000 *см*³

Среднее время фиксирования при температуре 20°С—15—20 мин.

Кислый фиксаж с метабисульфитом калия

Тиосульфат натрия (кристаллический)	250 *г*
Метабисульфит калия	25 *г*
Вода	до 1 000 *см*³

Среднее время фиксирования при температуре 20°С — 15—20 мин.

Кислый дубящий фиксаж

Тиосульфат натрия (кристаллический)	250 *г*
Сульфит натрия (безводный)	15 *г*
Уксусная кислота (30%-ная)	45 *см*³
Квасцы алюмокалиевые	15 *г*
Вода	до 1 000 *см*³

Среднее время фиксирования при температуре 20°С—25—30 мин.

Быстрый фиксаж

Тиосульфат натрия (кристаллический)	250 *г*
Аммоний хлористый	40 *г*
Вода	до 1 000 *см*³

Среднее время фиксирования при температуре 20°С—3—5 мин. При длительном фиксировании в этом фиксаже изображение ослабляется.

Правила проявления негативных материалов

1. Посуда, предназначенная для обработки материалов (кюветы, бачки) должна быть чистой.

2. Кюветы, предназначенные для проявляющих растворов, не следует применять для других растворов.

Учитывая, что при обработке материалов в бачках последние по техническим причинам применяются и для проявления и для фиксирования, следует по окончании обработки материалов тщательно промывать бачки.

3. Погружение обрабатываемых материалов в проявляющий раствор должно производиться по возможности быстро, чтобы раствор сразу покрыл всю поверхность пластинок (пленок).

4. В процессе проявления проявляющий раствор следует периодически перемешивать, для чего кювету с проявителем надо покачивать, а при работе с бачками вращать катушку с пленкой.

5. Количество проявляющего раствора должно быть таким, чтобы уровень раствора был по крайней мере на 1 *см* выше поверхности обрабатываемой пластинки (пленки), а при применении бачков — на 1 *см* выше ребра обрабатываемых материалов.

6. Одной из задач проявления является получение оптимальных в данных условиях результатов, достигаемых путем проявления при указанных в рецептах температуре и времени.

Недопроявление характеризуется недостаточной контрастностью и общей недостаточной плотностью изображения.

По мере проявления контраст и общая плотность изображения возрастают, достигая в определенный момент своего оптимального значения, когда в светлых частях негатива прорабатываются все детали, а в темных частях негатив имеет нормальную общую плотность.

Нормальное проявление характеризуется наступлением этого момента. Дальнейшее проявление, не повышая значения максимальной оптической плотности изображения и вызывая рост вуали, ведет к увеличению общей плотности изображения и снижению контраста.

Перепроявление, так же как и недопроявление, характеризуется недостаточной контрастностью, но при слишком большой общей плотности изображения.

7. В зависимости от выдержки обработку материалов следует вести в проявителях, отличающихся следующими особенностями:

при передержке применяется проявитель высокой концентрации с большим количеством бромистого калия; проявляющий раствор должен быть охлажден;

при нормальной выдержке применяется проявитель нормальной концентрации с нормальным количеством бромистого калия; температура проявляющего раствора — нормальная;

при недодержке проявитель разбавляется водой; из проявителя исключается бромистый калий; температуру проявляющего раствора повышают.

При передержке изображение появляется быстро и на всей поверхности пластинки (пленки); при нормальной выдержке скорость появления изображения нормальная (для данного проявителя). Изображение появляется вначале в наиболее плотных, а затем в менее плотных частях негатива; при недодержке изображение долго не появляется. Затем темнеют лишь наиболее освещенные части пластинки (пленки).

Методы проявления негативных материалов

Существуют три метода проявления негативных фотографических материалов.

Визуальный метод основан на наблюдении за ходом проявления и применяется лишь в тех случаях, когда негативный материал допускает обработку при том или ином освещении, достаточно ярком, чтобы видеть изображение.

Факториальный метод основан на применении проявляющих факторов, с помощью которых, зная время индукции (т. е. периода с момента погружения пластинки или пленки в проявитель до момента появления первых следов изображения) и умножая это время на проявляющий фактор, можно определить общее время проявления.

Вследствие несовершенства этого метода и непостоянства результатов он сейчас почти не применяется и поэтому в дальнейшем изложении не рассматривается.

Метод проявления по времени основан на опытных данных исследования работы различных проявителей. Наиболее удобны для этого метода медленно работающие проявители, так как чем

больше время проявления, тем легче оно поддается точному регулированию и контролю. Наибольшее применение в этом методе получили мелкозернистые проявители, обладающие выравнивающими свойствами.

Метод проявления по времени удобен тем, что не требует визуального наблюдения и позволяет вести одновременное проявление большого числа негативов в светонепроницаемых бачках на свету.

Следует учесть, что время проявления, помимо состава и температуры проявителя, зависит также от сорта проявляемых пластинок или пленок. Разные сорта пластинок и пленок при равных условиях обработки требуют различного времени проявления, которое нельзя предугадать заранее. При отсутствии точных сведений о том, сколько времени следует проявлять данные пластинки или пленки в данном проявителе, рекомендуется произвести пробное проявление.

Установив опытным путем наилучшее время проявления, рекомендуется в дальнейшем пользоваться по возможности одним и тем же проявителем и одним и тем же сортом пластинок или пленок.

Следует также учитывать степень истощения проявителя, увеличивая время проявления каждой последующей пленки или партии пластинок согласно указанию, приведенному на стр. 261.

Правила фиксирования негативов

1. Процесс фиксирования складывается из двух периодов. Первый из них начинается с момента погружения пластинки (пленки) в фиксаж и оканчивается с исчезновением видимых остатков нерастворенного галоидного серебра (беловатых пятен). С этого момента начинается второй период фиксирования, который должен длиться по крайней мере столько же времени, сколько и первый. Только после этого слой можно считать отфиксированным.

2. Первый период фиксирования следует вести при неактиничном освещении либо в темноте. Второй может проводиться на свету.

3. При применении быстрых фиксажей нельзя затягивать фиксирование дольше положенного срока, так как при этом происходит частичное растворение серебра и ослабление изображения.

Правила промывки негативов

1. Промывку следует производить в проточной воде, под слабой струей. В процессе промывки происходит диффузия солей из желатинового слоя в воду, поэтому усиление струи воды не ускоряет промывки. Так как вымываемые из слоя соли оседают на дно сосуда, больший эффект дает такая система промывки, при которой вода поступает в промывной сосуд сверху, а вытекает снизу, что достигается применением специальных промывочных устройств. В любительских условиях для этого служат промывочные бачки с сифонной трубкой (рис. 154).

При отсутствии промывочных бачков или устройств промывку можно производить в обыкновенной кювете или в проявочных бач-

ках для пленки. Можно производить промывку и в стоячей воде, но при частой смене ее.

2. Промывка негативов проточной водой должна проводиться не меньше 20—25 мин. В стоячей воде время промывки увеличивается по крайней мере до 35—40 мин. с трех-четырехкратной сменой воды.

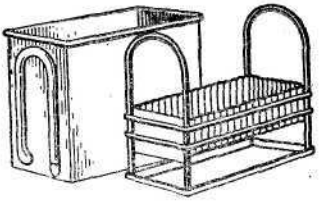


Рис. 154. Промывочный бачок с сифонной трубкой

Проверка качества промывки

Приготовляют слабый раствор марганцевокислого калия (раствор должен иметь светломалиновую окраску). Вынув пластинку или пленку из промывной воды, собирают в рюмку капли стекающей с негатива воды и добавляют к этой воде 1—2 капли раствора марганцевокислого калия. Окрашивание раствора в желто-оранжевый цвет указывает на присутствие тиосульфата натрия. Промывку в этом случае следует продолжить.

Температура промывной воды должна быть та же, что и температура фиксирующего раствора. В противном случае возможно съеживание желатинового слоя и возникновение своеобразной мелкой мраморовидной сетки (ретикуляция).

Правила сушки негативов

1) Перед сушкой следует возможно лучше удалить с негативов остатки влаги с помощью сырой чистой ваты;

2) сушку следует производить в помещении с постоянной температурой, не превышающей 26—28°С, оберегая негативы от пыли;

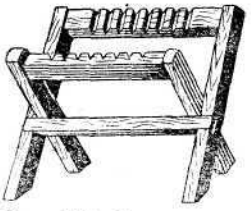


Рис. 155. Станок для сушки негативов

3) нельзя изменять режим сушки, перенося частично высохшие негативы из одного места в другое, так как это ведет к образованию полос и пятен.

4) сушку стеклянных негативов следует производить на сушильных станках (рис. 155), а пленочных — подвеской за уголки или за конец ленты;

5) до полной просушки слоя ни в коем случае нельзя прикасаться к нему.

Ускорить сушку негативов можно применением следующих способов:

1) подогреванием воздуха (если температура слишком низка) с помощью электрических плиток. Во избежание пожара нужно ставить плитку в достаточном удалении от пленки;

2) созданием потока воздуха (обычного или подогретого) с помощью вентилятора. Поток должен быть не слишком энергичным;

3) сушкой в вытяжных шкафах с вентиляцией;

4) предварительным погружением негативов на 5—6 мин. в спирт (можно в денатурированный), после чего негативы при обычной комнатной температуре высыхают в течение 15—20 мин;

5) предварительным погружением негативов (после непродолжительной промывки) в насыщенный раствор поташа или соды на 3—5 мин., после чего негатив просушивается с помощью промокательной бумаги и чистой мягкой тряпки. Этот способ применяется при необходимости быстро получить с негатива отпечаток. По изготовлении отпечатков негатив должен быть вновь тщательно промыт.

Техника проявления пластинок и плоских пленок

Проявление фотопластинок и плоских пленок производится в ванночках (кюветах) или в специальных проявочных бачках. Во втором случае пластинки и пленки помещаются в бачок вертикально (ребром), откуда такой способ проявления получил название вертикального проявления. При проявлении пластинок в кюветах рекомендуется пользоваться специальными держателями (рис. 156), а в случаях одновременного проявления нескольких пластинок — сепараторами (рис. 157) для предупреждения наползания пластинок одна на другую.

Время окончания проявления при визуальном методе проявления определяется на глаз. Качество проявления во многом зависит от опыта фотографа, так как у различных негативных материалов признаки, позволяющие судить о степени их проявленности, различны.

Для вертикального проявления пластинок и плоских пленок применяются специальные светонепроницаемые бачки, позволяю-

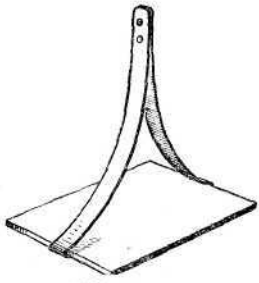


Рис. 156. Держатель для пластинок

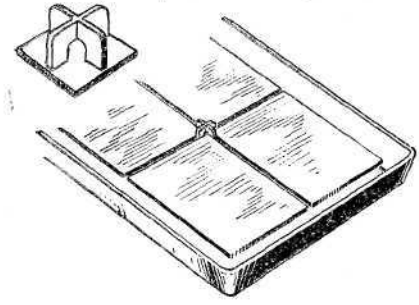


Рис. 157. Сепараторы и способ их применения

щие наполнять и опорожнять их на свету. При отсутствии таких бачков их можно сделать самим из пластмассы, латуни или нержавеющей стали.

Укрепленные на стойках пластинки или пленки помещаются в темноте в бачок, предварительно наполненный (до определенного уровня) проявителем.

По окончании проявления выливают проявитель, наполняют бачок чистой водой, коротко ополаскивают пластинки (пленки), затем воду выливают и наполняют бачок фиксажем.

При отсутствии устройств для опорожнения и наполнения бачка на свету операции эти производятся в темноте или при соответствующем неактиничном освещении.

Техника проявления катушечных пленок

Проявление катушечных пленок, как правило, производится с помощью проявочных бачков различных конструкций. Для проявления катушечной пленки выпускаются бачки двух конструкций.

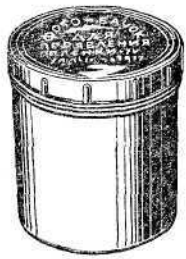


Рис. 158. Простой бачок

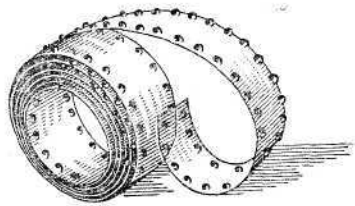


Рис. 159. Лента коррекс

Простой бачок (рис. 158) представляет собой цилиндрический сосуд из черной пластмассы с герметически навинчивающейся на него крышкой. Бачок требует применения ленты коррекс, представляющей собой целлулоидную ленту с небольшими полушаровыми выпуклостями вдоль обоих краев (рис. 159). Коррексы бывают односторонними (с выпуклостями, обращенными в одну сторону) и двусторонними (с выпуклостями, обращенными в обе стороны). Для простого бачка вследствие небольшого его диаметра необходим односторонний коррекс.

Пленка в темноте отделяется от бумажного ракорда и свертывается в рулон с лентой коррекс так, чтобы выпуклости коррекса соприкасались с эмульсионной стороной пленки. В таком виде пленка опускается в бачок, предварительно залитый проявителем, после чего бачок закрывается. Рабочая емкость бачка 250 *см*^{3}.

Сливание проявителя, наполнение бачка водой для ополаскивания, сливание воды и наполнение бачка фиксажем — все эти операции должны производиться в темноте или при неактиничном освещении. По окончании фиксирования пленка промывается либо в том же бачке, либо в специальном промывочном бачке, затем осторожно отделяется от ленты коррекс и подвешивается для просушки.

Двуспиральный универсальный бачок (рис. 160) состоит из резервуара, крышки, рукоятки и катушки со спиральными канавками. Стенки катушки могут раздвигаться и сдвигаться применительно к пленкам различной ширины.

Пленка в темноте проталкивается одним своим концом в спирали (эмульсией к центру катушки) и вместе с катушкой опускается в резервуар бачка, предварительно залитый проявителем, после чего бачок закрывается крышкой.

Рабочая емкость бачка для катушечной пленки — 750 *см*³.

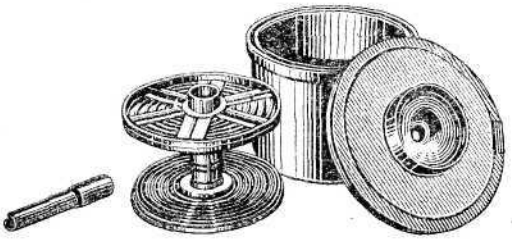


Рис. 160. Двуспиральный универсальный бачок

Конструкция бачка позволяет наполнять и опорожнять его на свету, благодаря чему весь процесс обработки может производиться также на свету.

Промывать пленку можно в том же бачке, для чего его в открытом виде помещают под струю воды так, чтобы вода попадала в центр катушки.

По окончании промывки пленка вытягивается из спиралей и подвешивается для просушки.

Техника проявления кинопленок

Проявление кинопленок, как правило, производится в проявочных бачках. Для этой цели применяется либо описанный выше двуспиральный универсальный бачок, либо специальный спиральный бачок для кинопленки.

В двуспиральном универсальном бачке техника проявления кинопленки не отличается от техники проявления катушечной пленки, только стенки катушки бачка сближаются до ширины кинопленки.

Рабочая емкость бачка для кинопленки 450 *см*³.

Спиральный бачок для кинопленки (рис. 161) состоит из резервуара, крышки и разъемной катушки. Последняя в свою очередь состоит из верхнего плоского диска и нижнего диска со спиралью. Отделив верхний диск катушки от нижнего, в темноте вставляют конец пленки в продольный вырез втулки верхнего диска, после чего зажимают его втулкой нижнего диска. Пленка должна быть обращена эмульсией наружу.

Далее пленку наматывают на катушку, вращая последнюю против часовой стрелки и направляя пленку под некоторым углом к плоскости дисков.

При правильной намотке пленка должна легко ложиться ребром в витки спирали.

Намотав пленку, катушку опускают в резервуар бачка, залитый проявителем, и закрывают крышкой. Рабочая емкость бачка 350 *см*³.

Конструкция бачка допускает смену растворов на свету. Промывка пленки в этом бачке аналогична промывке в двуспиральном бачке. По окончании промывки пленка сматывается с катушки, отделяется от последней и подвешивается для просушки.

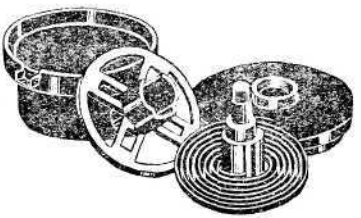


Рис. 161. Спиральный бачок для кинопленки

Проявление с десенсибилизацией

Десенсибилизацией называется процесс понижения светочувствительности фотографических материалов.

Десенсибилизация производится с помощью некоторых красителей, обладающих способностью снижать светочувствительность фотографических слоев, не влияя вместе с тем на скрытое фотографическое изображение и не нарушая всех других свойств галоидного серебра, в частности, его способности к проявлению и фиксированию. Красители эти называются десенсибилизаторами. Указанные свойства позволили с большим успехом использовать десенсибилизаторы для облегчения процесса проявления. Вследствие значительного понижения чувствительности становится возможным вести проявление фотоматериалов при относительно ярком освещении.

Из числа десенсибилизаторов наиболее эффективными оказались зеленый и желтый пинакриптол.

Практика применения десенсибилизаторов сводится к предварительной обработке пластинок или пленок в очень слабом растворе десенсибилизатора в течение 1—2 мин. в темноте или при том освещении, какое вообще эти пластинки или пленки допускают, после чего в лаборатории можно включить более яркий свет и обычными способами вести визуальное проявление.

Так, фотографические материалы, требующие обработки в полной темноте, после десенсибилизации могут обрабатываться при достаточно ярком красном или зеленом освещении. Материалы, допускающие обработку при красном свете, после десенсибилизации могут обрабатываться при оранжевом освещении, а несенсибилизированные материалы, требующие обработки при оранжевом освещении, после десенсибилизации можно обрабатывать при желтом освещении.

Для проявления с десенсибилизатором применяются: раствор желтого пинакриптола 1 *г* на 1 *л* воды или зеленого пинакриптола 1 *г* на 5 *л* воды. Растворы десенсибилизаторов отлично сохраняются и очень медленно истощаются, что позволяет пользоваться ими повторно в течение длительного времени.

Зеленый пинакриптол можно вводить и в состав некоторых проявителей, однако такой метод его использования неэкономичен, потому мы на нем не останавливаемся.

Дубление слоя

В жаркое время года вследствие высокой температуры растворов появляется опасность расплавления эмульсионного слоя еще до погружения пластинок или пленок в фиксаж. В таких случаях пластинки и пленки после проявителя погружают на 2—3 мин. в дубящий раствор, а затем уже в фиксаж.

Дубитель с квасцами

Хромовые квасцы	30 *г*
Вода холодная	до 1 000 *см*³

Формалиновый дубитель

Формалин (37%-ный)	20 *см*³
Вода	до 1 000 *см*³

Останавливающие растворы

Для немедленного прекращения проявления применяются останавливающие, или так называемые стоп-растворы. С наступлением момента окончания проявления пластинки (пленки) переносятся на несколько секунд в один из приводимых ниже растворов после чего фиксируются.

Стоп-раствор с уксусной кислотой

Уксусная кислота (30%-ная)	100 *см*³
Вода	до 1 000 *см*³

Стоп-раствор с лимонной кислотой

Лимонная кислота	30 *г*
Вода	до 1 000 *см*³

Стоп-раствор с виннокаменной кислотой

Виннокаменная кислота	40 *г*
Вода	до 1 000 *см*³

Удаление кальциевой сетки

Эмульсионный слой пластинок и пленок содержит в себе некоторое количество соединений кальция, вносимых в него желатиной эмульсии и промывной водой при изготовлении эмульсии. Трудно растворимые в воде частицы кальция, иногда довольно крупные по своим размерам, создают на негативах сетку, которую часто принимают за зерно (отсюда кальциевую сетку иногда называют ложезерном). Для устранения кальциевой сетки пленку после проявления погружают в кислый раствор следующего состава.

Кислый раствор

Вода	до 1 000 *см*³
Кислота уксусная (ледяная)	5 *г*
Глауберовая соль	50 *г*

Раствор пригоден для однократного употребления.

В кислом растворе пленку держат в течение $^1/_2$—1 мин., после чего, ополоснув, переносят в фиксаж.

При такой методике кислый раствор играет одновременно роль стоп-раствора и может применяться во всех случаях, когда необходимо быстро прекратить проявление. Если же такая задача не возникает, то кислый раствор лучше применять за 5 мин. до окончания промывки пленки, опустив в него пленку на 1—2 мин. и затем продолжив промывку.

При отсутствии уксусной кислоты можно применять в таком же количестве соляную кислоту.

Время проявления и условия, в которых проводилась обработка негативных материалов, оказывают влияние на качество негатива. Неправильно проведенный процесс нередко приводит к ошибкам, не поддающимся исправлению. Но в ряде случаев ошибки проявления можно исправить.

Таблица 87

Ошибки проявления и способы их исправления

Дефекты, обнаруженные на негативе	Причины дефектов	Способы устранения или исправления
Негатив слишком прозрачен, хотя детали изображения видны и в светах и в тенях	Недопроявление	Усиление
Негатив слишком плотный и контрастный	Перепроявление	Ослабление
Негатив слишком плотный и вуалированный	Сильное перепроявление	Ослабление
Общая серая вуаль при нормальной проработке деталей	Влияние лабораторного освещения	Ослабление
Общая серая вуаль при слабой проработке деталей	Влияние лабораторного освещения с одновременным недопроявлением	Ослабление с последующим усилением
Дихроическая (красно-зеленая) вуаль	1) Проявитель загрязнен фиксажем; 2) истощенный фиксаж	Обработка слабым раствором марганцевокислого калия, затем промывка и обработка в 5%-ном растворе метабисульфита калия или бисульфита натрия, после чего снова промывка

Продолжение

Дефекты, обнаруженные на негативе	Причины дефектов	Способы устранения или исправления
Негатив неодинаково проявлен во всех частях. Отдельные участки отделены друг от друга полосами	Проявитель не сразу покрыл всю поверхность пластинки (пленки)	Не поддается исправлению
Мелкие черные точки, выпуклые на ощупь	Пыль и частицы грязи, приставшие к слою в процессе сушки	Вторичная промывка негатива и, если требуется, последующая ретушь
Мелкие прозрачные точки	Пузырьки воздуха, оставшиеся на слое во время проявления. Пыль	Ретушь
Мелкий сетчатый узор (ретикуляция)	Высокая температура промывной воды	Не поддается устранению

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБРАБОТКА НЕГАТИВОВ И ИХ ХРАНЕНИЕ

Всякая дополнительная обработка негативов, применяемая с целью устранения тех или иных дефектов, является вообще нежелательной. Следует стремиться к получению негативов, не требующих никакой дополнительной обработки. В случаях получения негативов с недостатками градации следует прежде всего попытаться устранить эти недостатки соответствующим подбором фотобумаги и лишь в крайних случаях прибегать к дополнительной обработке.

Дополнительная обработка негативов заключается в усилении или ослаблении серебряного изображения, а также в устранении дефектов ретушью.

Усиление и ослабление негативов можно производить как непосредственно после промывки, так и после сушки. В последнем случае негативы надо предварительно размочить в чистой воде. Все операции можно производить на свету.

Существенное значение имеет состояние негатива. Механические повреждения (царапины и т. п.) при усилении и ослаблении могут стать более заметными. Ослабление и особенно усиление негативов дает удовлетворительные результаты только в том случае, когда негативы были хорошо отфиксированы и тщательно промыты. В ином случае почти неизбежно образование различных пятен.

Методом усиления и ослабления (или тем и другим последовательно) можно исправить дефекты негативов, возникшие вследствие следующих допущенных ошибок:

1) **недопроявление** (при нормальной выдержке или передержке), вследствие чего негатив получается обычно прозрачным и вялым;

2) **перепроявление** (при нормальной выдержке или передержке), вследствие чего негатив получается плотным и контрастным или вялым в зависимости от степени перепроявления.

3) **передержка** (при нормальном проявлении), дающая результаты, сходные с перепроявлением;

4) **небольшая недодержка** (при нормальном проявлении) — негативы получаются прозрачными, с повышенным контрастом.

Негативы с другими фотографическими дефектами, в частности, сильно недодержанные и тем более недодержанные и недопроявленные, методом усиления или ослабления исправить нельзя.

Усиление негативов

Сущность процесса усиления заключается в увеличении оптических плотностей негатива путем увеличения в слое количества металлического серебра (физическое усиление) либо путем замены металлического серебра изображения другим каким-либо веществом неактиничной окраски (химическое усиление).

Усиление негативов в большей или меньшей степени приводит к увеличению контраста и, как правило, увеличивает зернистость, поэтому малоформатные негативы усиливать не рекомендуется.

Медный усилитель

Хорошие результаты дает медный усилитель. Негатив отбеливается в растворе:

Медь сернокислая (медный купорос) .	10 *г*
Бромистый калий	4 *г*
Вода	100 *см*³

После отбеливания негатив хорошо промывается и чернится в растворе:

Вода	100 *см*³
Серебро азотнокислое	10 *г*
Кислота лимонная	0,5 *г*

После чернения следуют 5-минутные промывка и сушка.

Хромовый усилитель

Наиболее доступным для фотолюбителей является хромовый усилитель. Негатив отбеливается в растворе:

Двухромовокислый калий	4 *г*
Соляная кислота (концентрированная) .	3 *см*³
Вода	500 *см*³

Отбеленный негатив промывают в течение 5 мин., затем вновь проявляют в каком-либо быстро работающем проявителе. В течение этого процесса происходит усиление.

Усиленный негатив ополаскивается, фиксируется в течение 4—5 мин., промывается и высушивается.

Для получения значительного усиления указанный процесс можно проводить дважды.

Ураниловый усилитель

Усиление путем окраски изображения в коричнево-красный цвет может быть получено в следующем ураниловом усилителе:

Красная кровяная соль 1%-ного раствора	50 *см*³
Уранил азотнокислый 1%-ного раствора	50 *см*³
Уксусная кислота (эссенция)	10 *см*³

Уксусную кислоту можно заменить равным весовым количеством лимонной кислоты.

Негатив, размоченный в воде, опускают в раствор, где он окрашивается в красно-коричневый цвет. Интенсивность усиления визуально почти незаметна, но сильно ощущается при печати.

Усиленные ураниловым усилителем негативы промываются в течение пяти минут в стоячей воде и высушиваются.

При обработке негатива ванночку следует все время покачивать.

Ослабление негативов

Сущность процесса ослабления заключается в уменьшении оптических плотностей изображения путем уменьшения количества серебра, образующего изображение. Уменьшение количества серебра происходит при этом посредством перевода части серебра в растворимые соединения и последующего их растворения. Негатив при этом становится прозрачнее.

Важным фактором является правильный выбор ослабителя.

По характеру действия ослабители подразделяются на три вида: пропорциональные, сверхпропорциональные и поверхностные.

Пропорциональные ослабители удаляют из слоя количество серебра пропорционально тому, какое содержится в слое, т. е. в более плотных местах они удаляют большее количество серебра, в менее плотных — меньшее количество серебра. На первый взгляд может показаться, что такие ослабители не изменяют контраста негатива, в действительности это не так — пропорциональные ослабители несколько понижают контраст изображения.

Результат действия пропорционального ослабителя нетрудно понять, если представить себе негатив с тремя или четырьмя различными оптическими плотностями, обозначив эти плотности условными числами, допустим, 10, 20, 30 и 40. В этом случае разница в плотностях будет выражена все время числом 10 (20—10 = 10; 30—20 = 10 и т. д.). Если ослабить все плотности вдвое, то плотность наиболее светлого участка будет равна 5, а последующие — 10, 15 и 20. Разница в плотностях снизится, таким образом, с десяти до пяти, т. е. контраст изображения уменьшится вдвое.

Пропорциональные ослабители рекомендуются поэтому для слишком перепроявленных негативов, на которых контраст достаточно велик, но вуаль отсутствует.

Пропорциональный ослабитель

Красная кровяная соль	0,5 *г*
Гипосульфит (тиосульфат натрия) кристаллический	20 *г*
Вода	200 *см*³

Опущенный в этот раствор негатив постепенно ослабляется. По достижении нужной степени ослабления негатив вынимается, хорошо промывается и высушивается.

Раствор быстро портится, поэтому рекомендуется приготовлять его непосредственно перед применением, а по использовании выливать. Красная кровяная соль ядовита.

Сверхпропорциональные ослабители сильнее действуют на более плотные места негатива и в меньшей степени на светлые места, вследствие чего дают большее понижение контраста, чем пропорциональные. Эти ослабители также рекомендуются для перепроявленных негативов, отличающихся высоким контрастом, и особенно для таких, на которых сфотографированы контрастные объекты.

Сверхпропорциональный ослабитель

Аммоний надсернокислый (персульфат аммония)	1 *г*
Серная кислота (10%-ная)	2 *см*³
Вода	100 *см*³

Ослабление негативов в этом растворе протекает сначала медленно, а затем ускоряется и продолжается еще некоторое время после того, как негатив вынут из раствора, поэтому ослабление надсернокислым аммонием надо прекращать несколько раньше наступления желаемой степени ослабления. После ослабления необходима хорошая промывка.

Поверхностные ослабители с одинаковой силой действуют на все части негатива, т. е. удаляют равное количество серебра со всех его участков, как с плотных, так и с прозрачных. Такие ослабители рекомендуются для перепроявленных негативов, у которых контраст изображения понижен за счет сильной вуали. С удалением вуали достигается и общее ослабление плотности негатива и улучшение визуального контраста.

Поверхностный ослабитель

Красная кровяная соль	2,5 *г*
Тиосульфат натрия (гипосульфит) кристаллический	15 *г*
Вода	100 *см*³

Поверхностный ослабитель по своему составу аналогичен приведенному выше пропорциональному ослабителю и отличается лишь концентрацией входящих в него веществ. Вследствие увеличения количества красной кровяной соли ослабитель действует быстрее и энергичнее, поэтому ослабление (точнее, устранение вуали) протекает в нем очень быстро.

При длительном действии ослабитель начинает ослаблять изображение, т. е. действует как энергичный пропорциональный ослабитель.

Ослабление малоформатных негативов. При ослаблении малоформатных негативов существенное значение имеет предупреждение роста зернистости изображения. Приводимый ниже ослабитель не влияет на зернистость.

Ослабитель для малоформатных негативов

Сернокислая медь (медный купорос)	100 *г*
Хлористый натрий (поваренная соль)	100 *г*
Серная кислота (10%-ная)	250 *см*³
Вода	до 1 000 *см*³

Серную кислоту приливать малыми дозами при помешивании. После отбеливания в этом растворе негатив на свету проявляют в мелкозернистом проявителе (обычно около 2 мин.), затем фиксируют в кислом фиксаже и промывают.

Техническая ретушь негативов

Техническая ретушь позволяет устранить некоторые технические дефекты негатива (небольшие пятна, точки, царапины и т. п.). Ретушь осуществляется с помощью скоблильных перьев (скребков), карандашей и разбавленной чертежной туши (кисточкой).

Карандашей следует иметь по крайней мере два, разной твердости. Затачивать их до предельной остроты. Графит карандаша должен быть обнажен не менее чем на 10—12 *мм*. Скребок также периодически подтачивают. Кисть должна быть высокого качества (беличья или колонковая) № 1 или № 2 (не толще). Тушь пригодна обычная чертежная (черная).

Ретуширование негативов требует большой осторожности и точности. Высококачественная ретушь может быть произведена только при соответствующих условиях. Негатив должен быть освещен на просвет достаточно хорошо и обязательно рассеянным светом, для чего следует пользоваться либо рассеянным дневным светом, либо матовой лампочкой, либо светом, отраженным белой бумагой.

Негатив ставят наклонно и заслоняют его с боков и сверху от постороннего света. Достигается это с помощью ретушевального станка, без которого удовлетворительную ретушь получить почти невозможно.

Ретушь следует начинать с удаления черных точек и темных пятнышек. Работа эта производится скребком, при этом точки удаляются острием скребка, а пятнышки его лезвием — боковой поверхностью, одну из которых рекомендуется заточить в виде легкой дуги. Работу со скребком надо производить осторожно, снимая поверхность слоя постепенно. При грубой работе легко снять слой до самой подложки.

После удаления черных точек и пятнышек приступают к удалению прозрачных и светлых точек и тонких светлых линий с помощью туши и кисти. Тушь предварительно разводится водой на белом фарфоровом блюдце. С помощью кисти, слегка смоченной водой и хорошо заостренной, набирают очень немного разведенной туши, делают пробу на белой бумаге или на краях негатива, а затем легким прикосновением острия накладывают тушь на прозрачную или светлую точку. Кисть должна быть лишь чуть-чуть увлажненной. Устранение точек достигается одним, двумя или несколькими прикосновениями кисти.

Устранение тонких светлых линий производится тем же способом, т. е. отрывистыми прикосновениями. Ни в коем случае не сле-

дует делать мазков. Светлые пятнышки, более значительные по размерам, устраняются кистью или карандашом, но так как карандаш плохо ложится на желатиновую поверхность, негатив предварительно покрывают лаком матоленном, представляющим собой раствор канифоли в очищенном скипидаре

Матоленн

Скипидар очищенный	50 *см*³
Канифоль	5 *г*

Небольшую каплю матоленна набирают на заостренный конец спички и накладывают на то место негатива, где требуется произвести ретушь. После этого мякотью пальца растирают каплю. Пользоваться ватой или тряпочкой для этой цели нельзя.

Пятнышки заделываются легким прикосновением карандаша и нанесением мелких зигзагообразных линий в виде мелкой сетки до тех пор, пока прозрачное пятно не сольется с окружающим фоном. Чем прозрачнее пятно, тем мягче должен быть карандаш.

Техника хранения негативов

Хотя сухой желатиновый слой негативов достаточно прочен и долговечен, негативы в случае неправильного с ними обращения довольно быстро покрываются царапинами и пятнами. С негативами следует обращаться так же, как с неэкспонированными пластинками и пленками: не прикасаться к их поверхности руками, оберегать эту поверхность от трения, что особенно важно при вдвигании малоформатных пленочных негативов в рамку увеличителя.

Отдельные негативы следует хранить в пакетах или конвертах из гладкой бумаги. Негативы в лентах надо хранить свернутыми в рулон, однако не слишком маленький и не тугой. Рулоны кинопленки малоформатных камер должны иметь в диаметре не менее 3 *см*. Хранить их лучше всего в коробках, разделенных перегородкой на клетки..

Следует помнить, что при всяком повторном размачивании негативов в воде есть опасность сползания слоя, поэтому надо всячески оберегать слой негативов от загрязнений, чтобы негатив не приходилось промывать.

ЛИТЕРАТУРА

1. Д. Бунимович, Лаборатория фотолюбителя, Госкиноиздат, 1948.
2. Э. Кацепеленбоген, Фотографические растворы, Госкиноиздат, 1948.
3. В. Микулин, Современная фотографическая рецептура, Госкиноиздат, 1949.
4. В. Яштолд-Говорко, Обработка фотоматериалов, Госкиноиздат, 1950.

РАЗДЕЛ VI

ПОЗИТИВНЫЙ ПРОЦЕСС

КОНТАКТНЫЙ СПОСОБ ФОТОПЕЧАТИ

Существует два принципиально отличных друг от друга способа фотопечати: контактный и проекционный (оптический).

При контактном способе фотобумага (или другой позитивный материал) складывается вплотную с негативом, т. е. приводится с ним в полный контакт по всей поверхности (откуда и название способа — контактный). Далее фотобумага экспонируется светом, проходящим сквозь негатив. Контактный способ печати позволяет получить позитив только того же размера, что и негатив.

Копировальные устройства

Простейшим прибором для контактной печати является копировальная рамка (рис. 162), состоящая из собственно рамки, двустворчатой накладки и двух прижимных пружин. При соответствующем неактиничном освещении негатив закладывается в копировальную рамку слоем в сторону накладки. Поверх негатива накладывается лист фотобумаги (светочувствительным слоем к негативу), а затем накладка, которая с помощью пружин плотно прижимает фотобумагу к негативу.

Для лучшего и равномерного прижима накладка оклеена снизу мягкой ворсистой материей.

При печати с пленочных негативов в копировальную рамку предварительно помещают чистое стекло.

Заряженную таким образом копировальную рамку обращают негативом к свету.

Процесс печати на бумагах, требующих проявления, значительно облегчается при применении специального копировального станка *, устройство которого показано на рис. 163. Станок состоит из светонепроницаемого ящика *1*, на дне которого укреплены две электрические лампочки: красная — *2* и белая — *3*. Над лампами расположена рамка с матовым стеклом *4* (или другим светорассеивателем). Верхняя стенка ящика *5* сделана в виде копировальной рамки со стеклом, с двустворчатой накладкой *6* и

* Учитывая, что для любительских целей копировальные станки в настоящее время нашей промышленностью не выпускаются, описание станков дается в плане их самодельной постройки.

прижимным устройством. В простых самодельных станках можно обойтись и без прижимного устройства.

Двустворчатая накладка одним своим краем скреплена с ящиком посредством петель.

При включении копировального станка в осветительную сеть красная лампочка зажигается и горит непрерывно, белая же включается на время экспонирования с помощью кнопочного выключателя 7. Выключатель может быть заменен также обыкновенной звонковой кнопкой. На рис. 164 дана схема электропроводки копировального станка.

При закрытой накладке станок должен быть светонепроницаем, что позволяет во время печатания фотобумагу, находящуюся в лаборатории, не убирать в конверт или ящик.

Сохраняя общую принципиальную схему, конструкцию станка можно видоизменять в самых различных вариантах. Так, например, в конструкции станка и схеме его электрооборудования можно предусмотреть автоматический выключатель, действую-

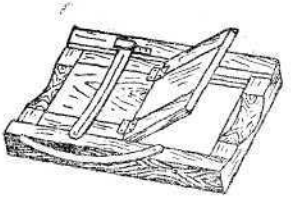


Рис. 162. Копировальная рамка

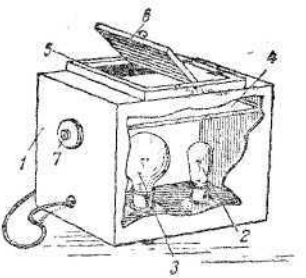


Рис. 163. Устройство копировального станка

щий от прижима накладки (рис. 165); можно предусмотреть автоматическое переключение ламп с тем, чтобы в момент включения белых ламп красная выключалась. Пользуясь способом переключения, можно сконструировать станок и с одной лампочкой, создающей попеременно красный и белый свет. Для этого применяется поворачивающаяся рамка с красным светофильтром, закрывающая собой всю поверхность копировального окна. Рамка со светофильтром помещается внутри станка непосредственно под копировальной рамкой и может быть повернута внутрь станка с помощью рычага, выведенного наружу. На боковой стенке рамки укрепляется контакт, с помощью которого цепь лампы замыкается только в двух крайних положениях рамки — крайнем верхнем (горизонтальном) и крайнем нижнем (вертикальном) и размыкается при всяком промежуточном положении рамки. Таким образом, когда рамка со светофильтром находится в горизонтальном положении, негатив в копировальной рамке освещается красным светом. При нажиме на рычаг лампа выключается и зажигается вновь только тогда, когда рамка со светофильтром примет вертикальное положение. В этот момент лампа освещает негатив белым копирующим светом. Обратное движение рамки со светофильтром совершается под действием пружины.

Из других конструктивных вариантов можно указать на станок с несколькими лампами, которые могут быть включены все сразу или в любой иной комбинации. Включением определенных ламп можно усиливать освещенность тех или иных (наиболее плотных) участков негатива, если требуется выровнять неравномерность в плотностях негатива.

Наконец, в качестве дополнительного приспособления может быть автоматический выключатель с часовым механизмом для точного отмеривания выдержки.

Основные требования, которые предъявляются к копировальным станкам,— это равномерность и одновременность освещения

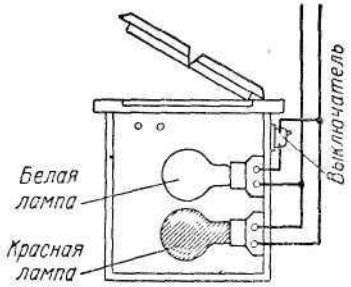


Рис. 164. Схема электропроводки копировального станка

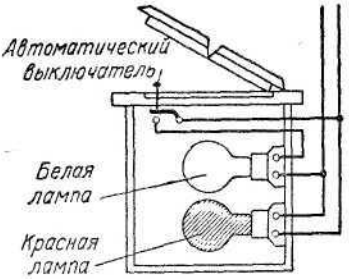


Рис. 165. Схема автоматического выключателя

всего поля негатива. Поэтому станки с выдвижными заслонками, постепенно открывающими доступ белого света к негативу, следует считать несовершенными.

Равномерность освещения осуществляется в первую очередь установкой лампы на некотором определенном расстоянии от копировальной рамки. С увеличением этого расстояния равномерность освещения повышается, однако габариты станка увеличиваются.

На основании опытных данных можно считать, что при применении обычных осветительных ламп с прозрачной колбой практически равномерное освещение всей поверхности негатива достигается при установке лампы на расстоянии вдвое большем, чем бо́льшая сторона освещаемого кадра (имеется в виду расстояние от светящейся нити лампы). Но так как высота станка при этом получается слишком большой, что делает станок неудобным в работе, равномерность освещения осуществляется при помощи матовых или молочных ламп, светорассеивателей в виде матовых или молочных стекол, либо тех и других одновременно.

Как видно из приводимой табл. 88, при одновременном применении матовых или молочных ламп со светорассеивателем в виде матового или молочного стекла высота станка может быть уменьшена вдвое по сравнению с высотой, получающейся при применении ламп с прозрачной колбой без рассеивателя. Так как и в этом случае для станков формата 13×18 *см* и больше высота станка слишком большая, рекомендуется применять не одну, а две или четыре лампы из расчета 9×12 *см* освещаемой поверхности на каждую лампу, т. е. для

станков формата 13×18 *см* две лампы, для формата 18×24 *см*—четыре, располагая их против центров освещаемой поверхности. Высота станка (для формата 9 × 12 *см* и больше) может быть одинаковой.

Таблица 88

Экспериментальные данные расстояний между лампой и поверхностью негатива в станках с одной белой лампой

Формат копировальной рамки (в сантиметрах)	Расстояние от светящейся нити лампы до плоскости негатива (в сантиметрах)		
	лампа с прозрачной колбой	матовая или молочная лампа	матовая или молочная лампа со светорассеивателем
6,5 × 9	18,0	11,5	9,0
9 × 12	24,0	15,0	12,0
10 × 15	30,0	20,0	15,0
13 × 18	36,0	22,0	18,0
18 × 24	48,0	32,0	24,0

Практически удовлетворительное светорассеяние достигается также и в станках с отраженным светом ламп, расположенных за кулисами, симметрично с двух сторон (рис. 166). Отражатель имеет параболическую форму и должен быть покрашен белой матовой краской.

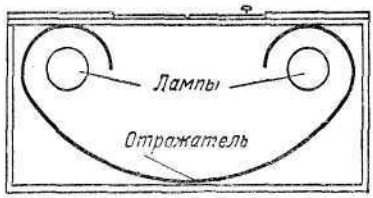


Рис. 166. Схема копировального станка с отраженным светом

Мощность ламп в копировальном станке подбирается в зависимости от плотности негативов и светочувствительности применяемых позитивных материалов. Во всяком случае нет необходимости в слишком большой яркости освещения негативов. Яркость должна быть такой, чтобы выдержки при печати находились в пределах от 1 — 2 до 40—50 сек. Более короткие выдержки не поддаются точному регулированию, а более продолжительные — неудобны.

Для негативов средней плотности наиболее приемлемы лампы следующих мощностей (из расчета 1 лампа на поверхность 9×12 *см*):

Для диапозитивных пластинок и пленок . . . 15 *вт*
» бромосеребряных фотобумаг . . . . . 25 *вт*
» хлоробромосеребряных фотобумаг . . . 45 *вт*
» хлоросеребряных и иодосеребряных фотобумаг . . . . . 75—100 *вт*

При избытке света в копировальном станке его можно ослабить посредством реостата или введением дополнительных светорассеивателей (светопоглощающих сред).

Техника печати на дневных бумагах

Печатание на дневных бумагах производится: при наличии прозрачных негативов — на рассеянном свету, в тени; при наличии плотных негативов — непосредственно под прямыми лучами солнца. В зависимости от плотности негатива и яркости освещения выдержка длится от нескольких минут до нескольких часов.

Для контролирования хода печати отпечаток периодически осматривают, для чего одна из пружин копировальной рамки открывается, створка накладки откидывается, и отпечаток осторожно приподнимается за уголок. Этот контроль следует производить вдали от окна.

Так как при последующей обработке отпечаток значительно бледнеет, его следует несколько перепечатать до появления в темных местах изображения легкого металлического отблеска.

Полученный отпечаток фиксируется (закрепляется) в растворе тиосульфата натрия, в котором он ослабляется и приобретает рыжий цвет. Для придания отпечатку коричневого тона его после фиксирования вирируют в растворе солей некоторых металлов (золота, платины, свинца).

Фиксирование и вирирование может быть объединено обработкой в одном общем растворе — вираж-фиксаже, что обычно и практикуется.

Учитывая высокую стоимость и дефицитность солей благородных металлов, приводим более доступный фотолюбителям рецепт свинцового вираж-фиксажа.

Свинцовый вираж-фиксаж

Раствор 1

Тиосульфат натрия (гипосульфит) кристаллический	50 *г*
Вода	250 *см*³

Раствор 2

Азотнокислый свинец	1 *г*
Вода	25 *см*³

Второй раствор небольшими порциями вливают в первый, затем взбалтывают и ставят в темное место. Применять раствор рекомендуется через сутки после его изготовления.

Погружать отпечатки в раствор вираж-фиксажа следует быстрым движением, чтобы раствор сразу покрыл всю поверхность отпечатка. Несоблюдение этого условия приводит к возникновению пятен и полос.

Погруженные в вираж-фиксаж отпечатки приобретают вначале желто-рыжую окраску, которая затем постепенно переходит в коричневую.

При слишком длительной обработке отпечатков последние становятся блеклыми и приобретают неприятную серо-зеленую окраску. Раствором можно пользоваться до тех пор, пока он будет давать желаемые тона. По мере истощения раствора отпечатки перестают приобретать коричневый тон и остаются рыжими.

Обработанные в вираж-фиксаже отпечатки промываются под слабой струей воды в течение 5—6 мин. и высушиваются. Длительная промывка приводит к ослаблению коричневого тона и к переходу его в желто-рыжий.

Сушка отпечатков производится в тени. Для более равномерного высыхания с отпечатков следует удалить остатки воды с помощью чистой полотняной тряпки или промокательной бумаги. Капли воды, оставшиеся на отпечатке, приводят к образованию рыжих пятен. Сушку можно производить на листах газетной бумаги или подвеской отпечатков за уголки.

Техника печати на бумагах, требующих проявления

Техника печати на бумагах, требующих проявления, принципиально не отличается от техники печати на дневных бумагах. Разница лишь в том, что зарядка копировальной рамки и обработка отпечатков должны производиться при соответствующем типу бумаги неактиничном освещении, а печать — при свете электролампы. Печать с помощью копировальной рамки на хлоросеребряных бумагах типа «Фотоконт» и хлоробромосеребряных типа «Контабром» осуществляется при лампах мощностью 100—200 *вт*; при работе на хлоробромосеребряных бумагах типа «Бромпортрет» и бромосеребряных типа «Унибром»—при лампах мощностью 25—40 *вт*. Копировальную рамку следует располагать на расстоянии 25—30 *см* от лампы.

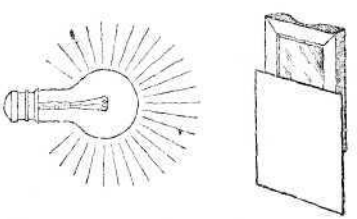


Рис. 167. Способ определения экспозиции при печати с копировальной рамкой

Экспозиция варьируется в зависимости от мощности лампы, расстояния между лампой и рамкой, плотности негатива и светочувствительности фотобумаги.

Определение экспозиции при печати на бумагах с проявлением производится путем предварительных проб на небольших кусочках фотографической бумаги. Для быстрого определения экспозиции при контактной печати с копировальной рамкой рекомендуется способ, показанный на рис. 167: Полоска фотобумаги, подложенная под негатив, экспонируется участками с помощью передвигающейся заслонки. Обычно достаточно разделить бумагу на четыре участка, поочередно приоткрывая сначала $^1/_4$ часть негатива, затем $^1/_2$, $^3/_4$ и наконец весь негатив и закономерно изменяя экспозицию. Для этого обычно при каждом передвижении заслонки дают одинаковую выдержку, принятую в качестве измерительной единицы, например 1 сек. Тогда первый участок будет экспонирован четыре секунды, второй — три, третий — две и четвертый — одну секунду. Проба проявляется нормальное для данного проявителя время.

При работе с копировальным станком описанный метод неприменим, и пробные отпечатки изготовляются на отдельных, различно экспонированных листках фотобумаги.

Проявление фотоотпечатков

Погружать отпечатки в проявитель следует быстро, чтобы проявитель залил сразу всю поверхность бумаги. Каждый отпечаток проявляют отдельно.

Для проявления фотоотпечатков пригодны все проявители, применяемые для негативных материалов (кроме мелкозернистых), разбавленные равным количеством воды. Для получения отпечатков с тем или иным оттенком могут быть рекомендованы следующие проявляющие растворы.

Проявитель для теплочерных тонов

Метол	1 *г*
Сульфит натрия (кристаллический)	30 *г*
Гидрохинон	3 *г*
Сода (безводная)	30 *г*
Бромистый калий	1 *г*
Вода	до 1 000 *см*³

Время проявления при температуре 20°С — 1 — 1,5 мин.

Проявитель для коричнево-черных тонов

Сульфит натрия (кристаллический)	10 *г*
Гидрохинон	4 *г*
Сода (безводная)	10 *г*
Бромистый калий	0,5 *г*
Вода	до 1 000 *см*³

Время проявления при температуре 20°С — 5—6 мин.

Проявитель для сине-черных тонов

Метол	2 *г*
Сульфит натрия (кристаллический)	45 *г*
Гидрохинон	6 *г*
Сода (безводная)	30 *г*
Бромистый калий	0,5 *г*
Вода	до 1 000 *см*³

Время проявления при температуре 20°С — 1,5—2 мин.

После проявления отпечатки коротко ополаскиваются и переносятся в фиксаж.

Для фиксирования отпечатков пригодны все фиксирующие растворы, применяемые при обработке негативных материалов, причем растворы можно разбавить половинным количеством воды.

При обработке отпечатков рекомендуется пользоваться пинцетом из нержавеющей стали.

Промывку отпечатков следует производить в проточной воде в течение 20—25 мин. или в непроточной воде в течение 30—35 мин., сменяя за это время воду 4—5 раз. Техника сушки та же, что и при работе на дневных бумагах.

Применение хлоробромосеребряных бумаг

Отличительным свойством хлоробромосеребряных бумаг является их способность в зависимости от экспозиции и режима обработки давать отпечатки различных тонов.

Ленинградская фабрика фотобумаг № 4 рекомендует следующий проявитель для бумаг «Контабром» и «Бромпортрет», который при различной концентрации и температуре дает различные тона.

Проявитель для бумаг «Контабром» и «Бромпортрет»

Сульфит натрия (кристаллический) .	150 *г*
Гидрохинон	20 *г*
Поташ	100 *г*
Бромистый калий	2 *г*
Вода	до 1 000 *см*³

Таблица 89

Условия обработки для получения отпечатков различных тонов

Желаемый тон отпечатка	Выдержка	Насыщенность проявителя	Температура проявителя (в градусах)
Черно-коричневый	Нормальная	Без разбавления	18—20
Коричневый (сепия)	Увеличить в 3 раза	Разбавить 6 частями воды	20—22
Светлокоричневый	Увеличить в 4 раза	Разбавить 12 частями воды	20—22
Красно-коричневый	Увеличить в 6 раз	Разбавить 15 частями воды	22—25

Применение иодосеребряной бумаги

Фотобумага, выпускаемая под названием «Иодосеребряная», содержит в эмульсионном слое, кроме хлористого и бромистого, также и иодистое серебро. Бумага дает скрытое изображение и требует проявления. Обладая весьма малой чувствительностью (еще меньшей чем хлоросеребряная), иодосеребряная бумага применима только для контактной печати.

Отличительной особенностью иодосеребряных бумаг является зеленоватый тон изображения. Проявление этих бумаг можно производить обычными проявителями. Повышение температуры проявителя до 25°С улучшает качество изображения.

Иодосеребряная бумага допускает обработку при ярком желтом освещении.

ПРОЕКЦИОННЫЙ СПОСОБ ПЕЧАТИ

При проекционном, или оптическом, способе изображение негатива с помощью проекционного аппарата (фотоувеличителя) проецируется на экран, к которому предварительно прикрепляется лист фотобумаги; при этом масштаб изображения негатива может быть изменен в ту или иную сторону. Практически проекционный способ печати применяется почти исключительно для получения увеличенных фотоотпечатков.

Главным преимуществом проекционного способа печати является возможность в широких пределах изменять масштаб изображения для получения наиболее удачного кадра. Кроме того, проекционный способ печати позволяет исправлять некоторые недостатки негатива: неравномерную плотность различных участков и некоторые перспективные искажения.

Путем изменения масштаба изображения в возможных пределах проекционным способом печати можно воспроизводить чертежи и другие изображения, требующие соблюдения точных размеров.

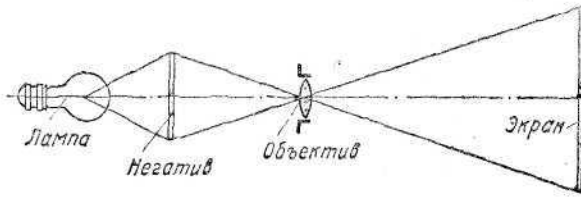


Рис. 168. Принцип оптической проекции

Наконец, проекционный способ печати позволяет производить комбинированную фотопечать (фотомонтаж), впечатывание элементов одних снимков в другие (например, облаков в безоблачный пейзаж).

Принцип оптической проекции, положенный в основу проекционного способа фотопечати, приведен на рис. 168. Изображение негатива, освещенного лампой, с помощью объектива проецируется на экран. С увеличением расстояния между объективом и экраном и соответствующим сокращением расстояния между объективом и негативом масштаб изображения увеличивается.

На этом принципе основано действие всех проекционных фотоувеличительных приборов, называемых фотоувеличителями.

Конструкции фотоувеличителей

Простейшим увеличительным прибором является так называемый увеличительный конус (рис. 169) с постоянным коэфициентом увеличения, представляющий собой удлиненный светонепроницаемый ящик конической формы, который имеет с одной стороны рамку *1* для укрепления негатива, а с другой — экран *2* для закрепления фотобумаги. На внутренней перегородке *3* укреплен объектив *4*, снабженный простейшим затвором-заслонкой. Экспонирование производится при рассеянном дневном свете негативом, обращенным к небу.

Таблица 90

Расстояния от объектива до негатива и до экрана для различных объективов и для разной степени увеличения*

Фокусное расстояние объектива (в сантиметрах)	Линейный коэфициент увеличения															
	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	6	7	8	9	10	11	12	15
5	12,50 8,33	15 7,50	17,50 7	20 6,60	22,50 6,43	25 6,25	27,50 6,11	30 6	35 5,83	40 5,71	45 5,62	50 5,55	55 5,50	60 5,45	65 5,42	80 5,33
7,5	18,75 12,50	22,50 11,25	26,25 10,50	30 10	33,75 9,64	37,60 9,37	41,25 9,17	45 9	52,50 8,75	60 8,87	67,50 8,44	75 8,33	82,50 8,25	90 8,13	97,50 8,12	120 8
10,5	26,25 17,50	31,50 15,75	36,75 14,70	42 14	47,25 13,50	52,50 13,12	57,75 12,83	63 12,60	73,50 12,25	84 12	94,50 11,81	105 11,67	115,50 11,55	126 11,45	136,5 11,37	168 11,20
13,5	33,75 22,50	40,50 20,25	47,25 18,90	54 18	60,75 17,36	67,50 16,87	74,25 16,50	81 16,20	94,50 15,75	108 15,43	121,5 15,19	135 15	148,5 14,85	162 14,73	175,5 14,62	216 14,40
18	45 30	54 27	63 25,20	72 24	81 23,14	90 22,50	99 22	108 21,60	126 21	144 20,57	162 20,25	180 20	198 19,80	216 19,64	234 19,50	288 19,20

* Верхние цифры в каждой клетке показывают расстояние от объектива до экрана, а нижние — от объектива до негатива (в сантиметрах).

Расчет подобного увеличителя может быть произведен по формулам:

$$x = F(m + 1);$$

$$y = \frac{x}{m},$$

где x — расстояние между объективом и экраном; y — расстояние между объективом и негативом; F — фокусное расстояние объектива; m — коэфициент увеличения.

Иными словами, чтобы определить расстояние между объективом и экраном, следует помножить фокусное расстояние объектива на коэфициент увеличения плюс единица, а чтобы определить расстояние между объективом и негативом, найденную величину нужно разделить на коэфициент увеличения. Этот расчет остается верным и для любой другой увеличительной установки с переменным коэфициентом увеличения. Схематически такая установка (рис. 170) состоит из светонепроницаемого ящика *1*, внутри которого помещена лампа *2*. В передней стенке ящика в специальной рамке укреплен негатив *3*, а перед ним объектив *4*. Пространство между объективом и негативом заключено в светонепроницаемую камеру *5* с переменным растяжением. Перед объективом расположен экран.

Светонепроницаемость, равномерное освещение всей поверхности негатива и высокая интенсивность освещения экрана являются основными требованиями, предъявляемыми к любой фотоувеличительной установке.

Так как при непосредственном освещении негатива прямым светом лампы равномерность освещения не может быть достигнута, в увеличителях применяются различные устройства и

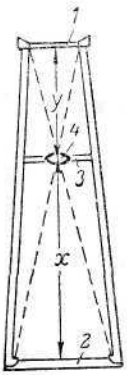


Рис. 169. Увеличительный конус

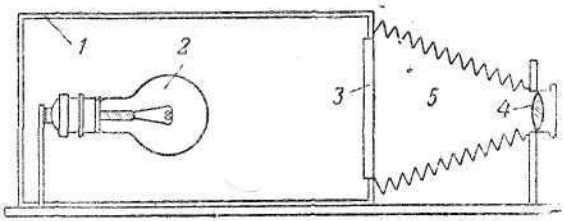


Рис. 170. Увеличительная установка переменным коэфициентом увеличения

способы освещения. В зависимости от системы освещения увеличители подразделяются на три группы: 1) увеличители со светорассеивателями; 2) увеличители с отражателями; 3) увеличители с конденсорами.

В качестве светорассеивателей применяются молочные или матовые стекла, помещаемые между лампой и негативом. Практически равномерное освещение достигается при установке по крайней мере двух светорассеивателей, поставленных на некотором расстоя-

нии друг от друга. Значительные потери света (каждый светорассеиватель поглощает примерно 50% падающего на него света) вынуждают применять в таких увеличителях мощные лампы, что приводит к сильному нагреву увеличителя.

В увеличителях с отражателем с целью получения равномерного освещения применяется параболический рефлектор (рис. 171). Практически достаточная равномерность освещения одним лишь рефлектором не достигается, и в увеличителях, кроме него, устанавливает-

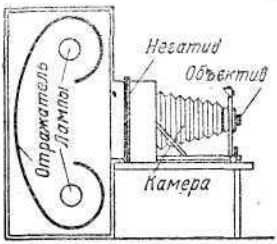


Рис. 171. Схема увеличителя с отражателем

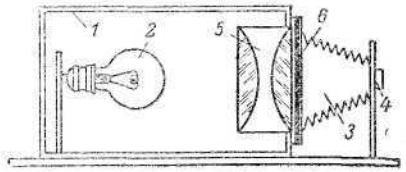


Рис. 172. Схема увеличителя с конденсором

ся один светорассеиватель. Световые потери в таких увеличителях также достигают 75% светового потока.

Увеличители с конденсором представляют собой наиболее совершенный тип увеличителей, сочетающий в себе полную равномерность освещения поля экрана с весьма высокой интенсивностью освещения, поэтому конденсорные увеличители получили наиболее широкое применение.

Конденсорный увеличитель (рис. 172), кроме основных элементов проекционной установки: светонепроницаемого ящика *1*, лампы *2*, раздвижной светонепроницаемой камеры *3* и объектива *4*, снабжен конденсором *5*, установленным в непосредственной близости к негативу *6* или иногда вплотную к последнему.

Конденсор представляет собой относительно короткофокусную собирательную оптическую систему, состоящую обычно из двух плоско-выпуклых линз, обращенных друг к другу своими выпуклыми поверхностями и укрепленных в общей оправе. Встречаются однолинзовые, двухлинзовые и трехлинзовые конденсоры.

Действие конденсора поясняется схемой, приведенной на рис. 173. При отсутствии конденсора лучи света, идущие от лампы *Л*, пройдя сквозь негатив *Н*, продолжают итти расходящимся пучком. При этом в объектив *О* попадает лишь незначительная часть пучка лучей, ограниченная рабочим отверстием объектива. Как видно из рисунка, эта часть лучей освещает лишь небольшую центральную часть негатива, которая и получается на экране *Э* относительно яркой. Все остальные лучи, проходящие мимо объектива, практически почти не используются, и остальное поле экрана освещается чрезвычайно слабо.

При наличии конденсора свет лампы *Л* падает на конденсор *К*, собирается им и направляется в объектив *О*, образуя внутри него изображение лампы *Л*. Проецируемый негатив *Н* находится вблизи конденсора *К* на таком расстоянии от объектива *О*, при котором на

экране Э достигается необходимый масштаб изображения негатива, т. е. на расстоянии, сопряженном с расстоянием от объектива до экрана.

Для получения равномерного освещения экрана необходимым условием является такой ход лучей из конденсора в объектив, при котором лучи эти пересекаются внутри объектива. Чтобы удовлетворить этому условию, лампу следует располагать от конденсора на расстоянии, сопряженном с расстоянием от конденсора до объ-

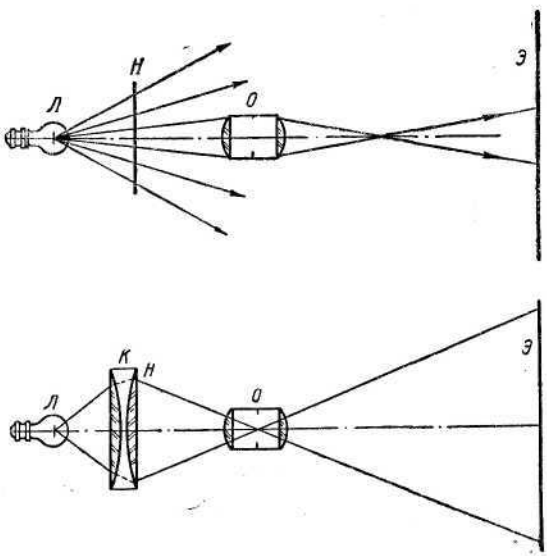


Рис. 173. Схема действия конденсора

ектива, а так как положение объектива определяется расстоянием от объектива до негатива, которое в свою очередь зависит от заданного коэфициента увеличения и не является постоянным, положение лампы также непостоянно и изменяется в зависимости от коэфициента увеличения.

Таким образом, взаимные расстояния всех элементов проекционной системы: лампы, конденсора, негатива, объектива и экрана связаны между собой определенной зависимостью. Вместе с тем величина светящейся поверхности лампы связана с диаметром рабочего отверстия объектива и с оптическими данными конденсора.

Для достижения наибольшего светового эффекта важно, чтобы изображение светящейся нити лампы, даваемое конденсором, полностью вмещалось в объектив. Ввиду этого наиболее выгодными для оптической проекции являются лампы с малой светящейся поверхностью (так называемые точечные лампы), коэфициент полезного действия которых в данном случае значительно выше, чем у обычных осветительных ламп.

Ввиду того что в освещении экрана принимают участие лишь те лучи, которые попадают в объектив проектора, увеличение мощности лампы, поскольку оно связано с увеличением светящегося венчика, практически почти не повышает светового эффекта, так как изображение всего светящегося поля лампы в объектив не вмещается и часть светового потока все равно теряется. Световой эффект повышается, таким образом, только за счет более сильного накала нити лампы, а не за счет увеличения светящейся поверхности. Выигрыш в освещенности получается небольшим. Значительно бóльший эффект дает замена лампы с большим светящимся полем точечной лампой.

Диаметр конденсора должен быть таким, чтобы конус выходящих из конденсора лучей полностью перекрывал все поле негатива. Соответственно этому условию и учитывая, что между конденсором и негативом всегда имеется некоторый промежуток, диаметр рабочего отверстия конденсора для негативов стандартных форматов должен быть не меньше, чем указано в табл. 91.

Таблица 91

Зависимость между диаметром рабочего отверстия конденсора и форматом негатива

Формат негатива (в сантиметрах)	Диаметр рабочего отверстия конденсора (в миллиметрах)	Формат негатива (в сантиметрах)	Диаметр рабочего отверстия конденсора (в миллиметрах)
2,4 × 3,6	50—55	6,5 × 9	115—120
4,5 × 6	80—90	9 × 12	150—160
6 × 9	110—115	13 × 18	220—230

Фокусное расстояние конденсора оказывает влияние на длину осветительной части увеличителя. Чем больше фокусное расстояние конденсора, тем дальше от него должен располагаться источник света, тем больше должна быть длина осветительной части. В этом смысле более выгодны короткофокусные конденсоры.

Еще большее влияние оказывает величина фокусного расстояния конденсора на степень использования светового потока лампы. С уменьшением фокусного расстояния и с приближением лампы к конденсору телесный угол пучка лучей увеличивается и, следовательно, используется большая часть светового потока, так что и в этом отношении предпочтительнее короткофокусные конденсоры. Однако с уменьшением фокусного расстояния конденсора возрастают аберрации, что ставит известные границы в увеличении угла охвата.

С целью получения высококачественной работы конденсора конструкцию последнего приходится усложнять и если для угла охвата * до 40° достаточно однолинзового конденсора, то для угла охвата в 60° необходим двухлинзовый конденсор, а для больших углов охвата — трехлинзовый конденсор. Последние обладают углом охвата до 90° (рис. 174).

* Углом охвата называется плоский угол телесного угла.

Наиболее удобной и технологически легко выполнимой является плоско-выпуклая форма линз конденсора, какими линзы обычно и делаются. Эта же форма наиболее удобна и для применения в проекционной системе, так как позволяет максимально (вплоть до контакта) приблизить негатив к линзе. В трехлинзовом конденсоре линза, обращенная к лампе, обычно имеет форму положительного мениска.

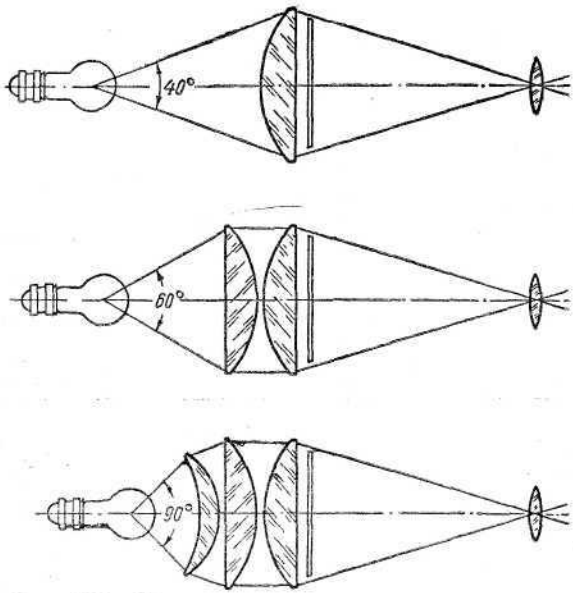


Рис. 174. Угол охвата в однолинзовом, двухлинзовом и трехлинзовом конденсорах

Линзы конденсора должны быть свободны от различных изъянов и дефектов (волнистости, свилей, пузырей и т. п.), что особенно важно для передней линзы, обращенной к негативу, так как в результате все эти дефекты проецируются на экран в увеличенном виде.

Как явствует из предыдущего описания, положение лампы в фотоувеличителе непостоянно, поэтому лампы в таких увеличителях должны быть подвижны и снабжены устройством, позволяющим закреплять их в нужном положении.

В зависимости от направления проекции различают увеличители горизонтальные (для горизонтальной проекции) и вертикальные (для вертикальной проекции). Так как в любительской практике применяются почти исключительно вертикальные увеличители, гораздо более удобные в применении и не требующие много места, увеличители горизонтального типа здесь не рассматриваются.

Советские фотоувеличители

Для любительской фотографии отечественная промышленность выпускает в настоящее время увеличители трех моделей: «У-2», «Фотак» и «Фотам» *.

Все увеличители вертикального типа.

Увеличитель «У-2» (рис. 175) предназначен для малоформатных кинопленочных негативов (24×36 *мм*) и допускает десятикратное линейное увеличение. На штанге увеличителя имеется градуированная шкала, позволяющая установить увеличитель на заранее выбранный формат увеличения.

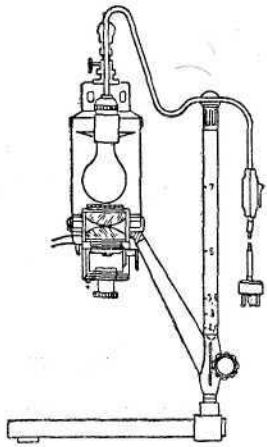


Рис. 175. Увеличитель «У-2» в разрезе

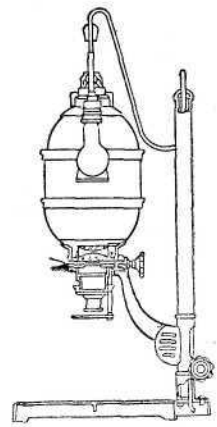


Рис. 176. Увеличитель «Фотак» в разрезе

Для закладывания негативов увеличитель снабжен откидывающейся вниз негативной рамкой. Увеличитель выпускается без объектива, что значительно удешевляет его. Объективом может служить нормальный объектив камеры «ФЭД» с $F=50$ *мм* с относительным отверстием 1 : 3,5 или однотипный с ним нормальный объектив камеры «Зоркий» — «Индустар-22» с теми же оптическими данными. Кроме того, специально для целей увеличения выпускаются объективы «И-22у» с упрощенной конструкцией оправы и более дешевые.

Увеличитель «У-2» рассчитан на нормальную осветительную лампу мощностью 60 *вт* и снабжен двухлинзовым конденсором и светорассеивателем (матовым стеклом), который при желании может быть удален.

Увеличитель «Фотак» (рис. 176) в принципе схож с увеличителем «У-2» и имеет одинаковые с ним технические данные, отли-

* Увеличители «Фотак» и «Фотам» выпускаются пока малыми сериями.

чается от него лишь формой осветительной части и конструкцией негативной рамки. Последняя для зарядки извлекается из пазов кадровой рамки увеличителя.

Негативная рамка снабжена покровным стеклом, прижимающим пленку с задней ее стороны.

Увеличитель «Фотам» (рис. 177) рассчитан как на пленочные, так и пластиночные негативы форматом до 6,5×9 *см*. Для увеличения пластиночных негативов увеличитель снабжен специальной рамкой. Прилагаемые к увеличителю переходные рамки делают его пригодным также для негативов 6×6 и 4,5×6 *см*.

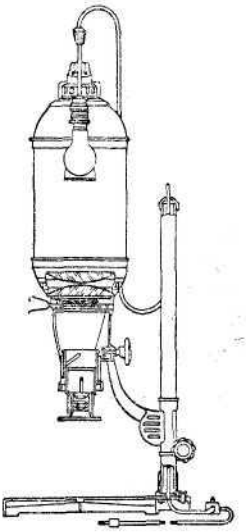


Рис. 177. Увеличитель «Фотам» в разрезе

Увеличитель допускает четырехкратное линейное увеличение, однако повернутый вокруг штанги (на 180°) проектор позволяет делать десятикратное увеличение (с проекцией со стола на пол).

Увеличитель снабжен двухлинзовым конденсором со съемным светорассеивателем и объективом «Индустар-23» с $F=110$ *мм* и относительным отверстием 1 : 4,5. Допускает применение ламп мощностью до 100 *вт*.

Техника проекционной печати

Процесс проекционной печати складывается из следующих последовательно проводимых операций: 1) центрирование лампы; 2) укрепление негатива; 3) определение масштаба увеличения, 4) наводка на резкость; 5) укрепление фотобумаги; 6) экспонирование.

После этих операций следует обычная обработка фотобумаги: проявление, ополаскивание, фиксирование, промывка и сушка.

Проекционная фотопечать должна производиться в совершенно темном помещении при оранжевом или красно-оранжевом освещении (в зависимости от того, какой светочувствительности бумага).

Для проекционной печати применимы бромосеребряные бумаги типа «Унибром» и хлоробромосеребряные типа «Бромпортрет». При печати с очень слабых (прозрачных) негативов могут применяться и хлоробромосеребряные бумаги типа «Контабром».

Полная равномерность освещания всего поля экрана достигается центрированием лампы, т. е. установкой лампы на оптической оси системы конденсор —объектив и на определенном расстоянии от конденсора, которое зависит от расстояния между конденсором и объективом.

При неправильном положении лампы на освещенном поле экрана появляются дугообразные или кольцевые радужные или темные пятна.

Центрирование осуществляется перемещением лампы и наблюдением за освещенным полем экрана. На экран увеличителя кладут лист белой бумаги, гасят свет в помещении и включают лампу увеличителя. Характер и расположение темных пятен на экране (рис. 178) показывают, в каком направлении следует переместить лампу. При появлении дугообразных пятен справа, слева, сверху или снизу освещенного поля (фиг. *1*, *2*, *3* и *4*) лампу следует переместить в сторону пятна. При появлении темной рамки или темного кольца (фиг. *5* и *6*) лампу следует отдалить от конденсора, при появлении темного круга (фиг. *7*) в центре поля — приблизить к конденсору. При правильной установке лампы поле экрана освещается равномерно (фиг. *8*).

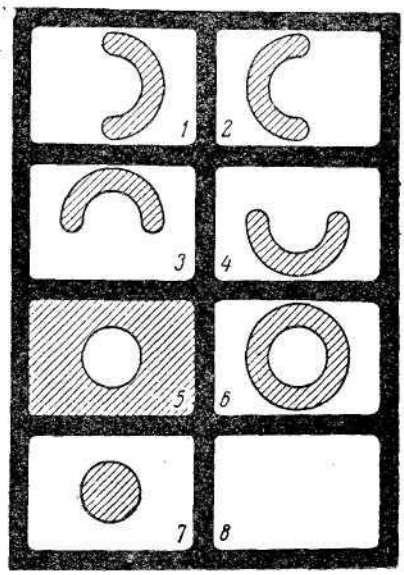


Рис. 178. *Освещение экрана в зависимости от положения лампы*

Так как расстояние от лампы до конденсора зависит от местоположения объектива, а последнее в свою очередь зависит от расстояния между объективом и негативом, центрирование лампы следует производить после отыскания местоположения объектива. Для этого в увеличитель предварительно (до центрирования лампы) помещают какой-либо негатив, устанавливают необходимый масштаб увеличения, перемещая проекционную часть увеличителя, затем производят наводку на резкость и только после этого, вынув негатив, производят центрирование. Таким образом, центрирование лампы в строгом смысле слова следовало бы производить при всяком изменении масштаба увеличения.

Практически, однако, при некоторых небольших изменениях в масштабе положение лампы может не меняться. Еще реже встречается надобность в центрировании при применении светорассеивателя или матовой лампы.

Определив путем центрирования положение лампы, последнюю закрепляют в найденном положении с помощью того или иного устройства, имеющегося на увеличителе, и вставляют в увеличитель негатив.

Далее, перемещая проекционную часть увеличителя и наблюдая за изображением негатива на экране, отыскивают необходимый масштаб увеличения и производят наводку на резкость перемещением объектива.

Проделав указанные операции, объектив увеличителя заслоняют красным светофильтром, имеющимся на каждом из описанных

выше увеличителей, и при красном освещении экрана на последний кладут лист фотобумаги.

Далее, отведя в сторону красный светофильтр, производят экспонирование.

Большое удобство при проекционном способе печати представляют специальные планшеты для бумаги с покровным стеклом или с прижимной прямоугольной рамкой, размеры которой можно изменять.

При работе с такими планшетами предварительные операции (отыскание масштаба и наводку на резкость) производят с помощью планшета. В этом случае перед укреплением бумаги на планшете лампу в увеличителе можно выключать и экспонирование производить включением лампы, т. е. без помощи красного светофильтра. Такой метод обеспечивает необходимое периодическое охлаждение увеличителя.

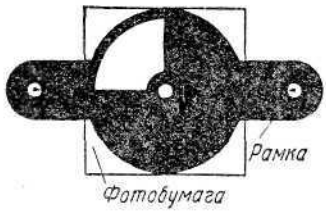


Рис. 179. Приспособление для определения экспозиции

Определение экспозиции производится путем изготовления пробных отпечатков.

Весьма удобным для этой цели является простое приспособление, приведенное на рис. 179, которое представляет собой рамку фигурной формы, сделанную из плотной черной бумаги. Листок фотобумаги квадратной формы соответствующего размера подкладывается под рамку, после чего рамка и фотобумага прикалываются кнопками к экрану увеличителя (или планшету). Поворачивая каждый раз листок фотобумаги на 90°, производят экспонирование сквозь вырез в рамке, изменяя выдержку. Рамка подкладывается под наиболее важный в сюжетном отношении участок проецируемого негатива.

Выбор фотобумаг

Выбор фотобумаг по признаку общей светочувствительности производится в зависимости от условий работы или применяемого способа печати. При отсутствии темной комнаты (например, в походных условиях) печать можно производить на аристотипной бумаге.

Во всех других случаях контактной печати пригодны любые типы бумаг. Для проекционной печати, как указывалось, необходимы бумаги высокой светочувствительности (бромосеребряные типа «Унибром» или хлоробромосеребряные типа «Бромпортрет», см. табл. 92).

Подбор бумаг по признаку контрастности, являющемуся главным, производится применительно к данному негативу. В зависимости от характера негатива, определяемого на основании визуальной оценки, к различным негативам применяются разные сорта бумаг (см. табл. 93).

Таблица 92

Светочувствительность фотографических бумаг (по тесту ГОИ)

Номера фотобумаг по степени контрастности	Светочувствительность *S*				
	«Унибром»	«Бром-портрет»	«Контабром»	«Фотоконт»	«Подосеребряная»
1	1—8	2,0	0,4	0,4	—
2	2—9	2,0	0,4	0,4	0,012
3	3—10	2,0	0,4	0,4	0,012
4	3—10	2,0	0,4	0,2	—
5	3—10	—	—	0,2	—
6	0,5—2,5	—	—	0,05	—
7	0,5—2,5	—	—	0,05	—

Таблица 93

Подбор бумаг в зависимости от характера негатива

Характеристика негатива	Рекомендуемый *сорт фотобумаги*
Негатив весьма контрастный. В светлых местах деталей почти нет и места эти почти прозрачны. В плотных местах детали едва различимы вследствие почти полной непрозрачности этих мест	Мягкая № 1
Негатив умеренно контрастен. Как в светлых, так и в темных местах детали хорошо просматриваются	Нормальная № 2
Негатив нормальный. Детали хорошо проработаны во всех местах	Нормальная № 3
Негатив мягок. Контраст недостаточен, но детали в темных и светлых местах хорошо различаются	Контрастная № 4
Негатив слишком мягок. Контраст слаб. Детали как в темных, так и в светлых местах различаются плохо	Контрастная № 5
Негатив вял. Контраст очень слаб. Детали как в темных, так и в светлых местах едва различимы	Особо контрастная № 6
Негатив очень вял. Контраст слишком слаб. Детали почти неразличимы	Сверхконтрастная № 7

Как видно из приведенной таблицы, общая плотность негатива в расчет не принимается, и для устранения влияния плотности на правильность оценки негатива плотные негативы надо просматривать с помощью яркой лампы, средние по плотности негативы — с помощью рассеянного дневного света, а прозрачные негативы — в свете, отраженном от листа белой бумаги. Слишком прозрачные негативы следует просто накладывать на лист белой бумаги.

Исключение против данных, приведенных в таблице, делается при репродукции черно-белых штриховых оригиналов, когда независимо от контраста негатива применяются исключительно контрастные сорта фотобумаг (№ 4, 5, 6 и 7).

По всем прочим признакам (по поверхности, плотности и цвету) выбор бумаг зависит от задач и вкусов фотографа.

Таблица 94

Приблизительные относительные экспозиции для фотобумаг различных типов *

Номер бумаги по степени контрастности	Относительные экспозиции				
	«Унибром»	«Бром-портрет»	«Контабром»	«Фотоконт»	«Подосеребряная»
1	1,3	5	25	25	—
2	1,1	5	25	25	60
3	1	5	25	25	60
4	1	5	25	50	—
5	1	—	—	50	—
6	4	—	—	200	—
7	4	—	—	200	—

Диапозитивы

Технология изготовления диапозитивов практически ничем не отличается от технологии изготовления отпечатков на фотобумаге. Относительно высокая светочувствительность диапозитивных пластинок и позитивных пленок позволяет производить на них печать как контактным, так и проекционным способами.

Проявление диапозитивов следует вести до получения высоких плотностей. Изображение оценивают на просвет.

Для обработки диапозитивных материалов пригодны как негативные, так и позитивные проявители и любые фиксирующие растворы.

Диапозитивы для лучшей сохранности рекомендуется заканто-вывать, защищая эмульсионный слой покровным стеклом.

* За единицу принята экспозиция для бромосеребряной бумаги «Унибром» наибольшей чувствительности.

ОТДЕЛКА ФОТООТПЕЧАТКОВ

Тонирование бромосеребряных отпечатков

Коричневый тон. Весьма простой и дающий отличные результаты способ тонирования бромосеребряных отпечатков в коричневый тон заключается в следующем.

Хорошо промытый отпечаток погружается в раствор, имеющий следующий состав:

Красная кровяная соль	6 *г*
Бромистый калий	2 *г*
Вода	200 *см*³

В этом растворе изображение отбеливается.

Отбеленный отпечаток промывается и переносится в раствор следующего состава:

Сернистый натрий	10 *г*
Вода	200 *см*³

В результате действия приведенного раствора изображение вновь быстро появляется, приобретая коричневый цвет.

Варьируя степень отбеливания (не доводя ее до конца), можно придать отпечаткам различные черно-коричневые тона.

Недостатком этого способа является скверный запах сероводорода, выделяемого сернистым натрием при его растворении; поэтому работу рекомендуется производить при вытяжных вентиляционных устройствах или на открытом воздухе (на балконе, у открытого окна и т. п.).

Красно-коричневый цвет. Для получения красно-коричневых тонов приготовляют раствор следующего состава:

Медный купорос	2 *г*
Лимонная кислота	6 *г*
Сода кристаллическая	12 *г*
Красная кровяная соль	1,5 *г*
Вода	300 *см*³

Предварительно размоченный в воде отпечаток погружают в приведенный раствор до получения желаемого тона, после чего недолго промывают и высушивают.

Синий тон. Синие тона могут быть получены следующими методами.

1-й м е т о д. Приготовляют раствор, имеющий состав:

Лимоннокислое железо с аммиаком . .	1 *г*
Лимонная кислота	1,5 *г*
Красная кровяная соль	1 *г*
Вода	250 *см*³

Предварительно размоченный в воде отпечаток погружают в этот раствор до получения желаемого тона, после чего недолго промывают и высушивают.

2-й метод. Отпечаток погружают в раствор следующего состава:

Калий двухромовокислый	0,3 *г*
Квасцы железные	1,25 *г*
Щавелевая кислота	2,5 *г*
Красная кровяная соль	1 *г*
Квасцы аммиачные	5 *г*
Соляная кислота концентрированная .	0,6 *см*³
Вода	1000 *см*³

В приведенном растворе происходит окраска изображения. После окраски и короткой промывки отпечатки переносятся в фиксажный раствор:

Тиосульфат натрия (гипосульфит) . . .	250 *г*
Борная кислота	32 *г*
Вода	1000 *см*³

После фиксирования следует недолгая промывка и сушка.

Зеленый тон. Зеленые тона различной интенсивности получаются с помощью раствора, имеющего следующий состав:

Лимоннокислое железо с аммиаком . .	1 *г*
Лимонная кислота	1,5 *г*
Красная кровяная соль	1 *г*
Уранил азотнокислый	1 *г*
Вода	350 *см*³

Размоченный в воде отпечаток погружается в указанный раствор до получения желаемого тона, после чего недолго промывается и высушивается.

Тонирование анилиновыми красителями

Способ тонирования бромосеребряных отпечатков и диапозитивов анилиновыми красителями основан на свойстве так называемых основных красителей давать нерастворимые соединения (лаки) с некоторыми соединениями серебра.

В общих чертах схема процесса заключается в следующем: хорошо промытый отпечаток погружается в протравливающий раствор, затем промывается, переносится в раствор красителя, в котором в зависимости от времени обработки отпечаток приобретает окраску той или иной интенсивности.

В качестве красителей пригодно большинство основных органических анилиновых красок: желтые краски — аурамин, сафранин, тиофлавин; зеленые — малахитовая зеленая, метиленовая зеленая; красные — пиронин, родамин, фуксин; синие — метиленовая голубая, метил-виолет и многие другие.

Для получения всевозможных цветов и цветных оттенков достаточно располагать красками трех цветов — желтого, синего и красного, смешивая их в разных пропорциях и соотношениях.

Проверка пригодности продажных анилиновых красок производится путем предварительного испытания. Для этого 0,5 *г* испытуемой краски растворяют в 100 *см*³ воды и после полного рас-

творения добавляют несколько капель уксусной эссенции или кислоты. Если при этом раствор изменяет свой цвет или в нем образуется осадок, то краска непригодна. В ином случае, т. е. если раствор не меняет своей окраски и осадка в нем не образуется в него погружают на некоторое время подготовленный (протравленный) отпечаток, после чего отпечаток промывают. Если при этом краска целиком вымывается, то она непригодна. Непригодна она и в том случае, если краситель совсем не вымывается и вся поверхность отпечатка остается окрашенной. Краска годна лишь в том случае, если при промывке она вымывается из светлых участков отпечатка и не вымывается из темных участков. Отпечаток предварительно погружают в протравливающий раствор следующего состава:

Вода	250 *см*³
Лимоннокислый калий	15 *г*
Медный купорос	10 *г*
Роданистый аммоний	4 *г*
Уксусная кислота (80%-ная)	7 *см*³

В этом растворе отпечаток выдерживают в течение 1 мин., затем промывают в течение 10—15 мин. в проточной воде и переносят в окрашивающий раствор, имеющий состав:

Вода	200 *см*³
Краска	1 *г*
Уксусная кислота (80%-ная)	1 *см*³

В зависимости от желаемого тона и интенсивности окраски отпечаток выдерживают в окрашивающем растворе от 5 до 10 мин. После этого отпечаток ополаскивают в воде и переносят в осветляющий раствор:

Вода	500 *см*³
Соляная кислота концентрированная .	15 *г*

В этом растворе отпечаток выдерживается до полного осветления белых мест изображения, после чего коротко промывается и высушивается.

Лакирование фотоотпечатков

Лакировать рекомендуется фотоотпечатки, предназначенные для экспозиции на выставках, в витринах и т. п., так как в открытом виде фотоотпечатки грязнятся. Лакированные отпечатки легко очищаются от грязи влажной тряпкой. Для лакирования отпечатков пригодны все бесцветные лаки, употребляемые в живописи.

Матовый прозрачный лак можно приготовить по рецепту:

Бензин очищенный	100 *см*³
Скипидар очищенный	100 *см*³
Воск пчелиный белый	10 *г*
Олифа натуральная	3 *см*³

Лак наносится ватным тампоном, обернутым в чистую тряпку. После часовой сушки лакированная поверхность полируется суконкой или бархаткой.

Блестящий прозрачный лак приготовляется по следующему рецепту:

Вода	50 *см*³
Декстрин	0,5 *г*
Нашатырный спирт	15 *см*³
Глицерин	5 *см*³
Винный спирт (96%-ный)	100 *см*³
Шеллак белый	25 *г*

Декстрин, нашатырный спирт и глицерин растворяются в воде, шеллак — в спирте, после чего оба раствора смешиваются. Лак можно наносить кистью, тампоном или пульверизатором. Фотоотпечатки, выставляемые в уличных витринах или других местах, где они могут быть подвергнуты действию влаги, следует покрывать водоупорным лаком следующего состава:

Амил уксуснокислый	100 *см*³
Ацетон	50 *см*³
Бензол	100 *см*³
Целлулоид (мелкие обрезки пленки)	5 *г*

Пригоден также и любой прозрачный нитролак.

Глянцевание фотоотпечатков

Поверхность фотоотпечатка можно сделать зеркально глянцевой, плотно прикатывая мокрые фотоотпечатки эмульсионной стороной к какой-либо зеркально гладкой поверхности. Сами отпечатки должны быть сделаны на глянцевой или особо глянцевой фотобумаге. Бумаги с другими поверхностями зеркального глянца не дают.

Материалом для накатки отпечатков могут быть зеркальное стекло, органическое стекло (плексиглас), целлулоид, зеркально полированные листы нержавеющей стали или хромированной латуни.

Все материалы за исключением стекла не требуют никакой специальной предварительной подготовки, кроме промывки и протирки чистой тряпкой или губкой для удаления грязи. При применении стекла оно первый раз должно быть промыто мылом или щелочной водой, затем слабым раствором соляной или серной кислоты. В дальнейшем перед каждым применением стекло следует протереть ваткой, смоченной в бензине или в денатурированном спирте, затем чистой тряпкой.

Для предупреждения случаев склеивания отпечатков со стеклом, что бывает довольно часто, стекло рекомендуется припудрить тальком, начисто вытереть, а затем досуха протереть одним из следующих растворов:

1.	Скипидар очищенный	100 *см*³
	Воск белый	5 *г*
2.	Бензин очищенный	100 *см*³
	Воск белый	3 *г*
3.	Бычья желчь	100 *см*³
	Формалин (20%-ный)	10 *см*³
	Уксусная кислота (40%-ная)	2 *см*³

Мокрые отпечатки накладывают слоем на стекло (или другую зеркальную поверхность), накрывают листами промакательной бумаги или чистой полотняной простыней и плотно прикатывают резиновым валиком или притирают резиновой линейкой, следя за тем, чтобы между отпечатком и стеклом не осталось воздушных пузырей.

В таком виде отпечатки оставляют до полной просушки. Высохшие отпечатки обычно отстают сами либо снимаются за уголки.

Для ускорения сушки можно пользоваться подогретым воздухом и вентилятором. Прикатанные отпечатки допускают нагрев до 45—50°С. Приставшие к стеклу отпечатки можно снять только путем размачивания их в воде.

Ретушь фотоотпечатков

Ретушь черно-белых фотоотпечатков производится с помощью скобильных перьев (скребков) или медицинских скальпелей и черной туши. Для тонированных отпечатков вместо черной туши применяются сухие акварельные краски соответствующих цветов. Для заделки темных пятен применяется белая акварельная краска (белила).

Для ретуширования сильно увеличенных снимков, кроме перечисленных средств, применяется прессованная сажа, называемая соусом, и черные сажевые карандаши.

Ретушь следует производить после полного изготовления отпечатка, так как при всякой последующей обработке ретушь может быть повреждена или смыта.

Отпечатки на глянцевых и сатинированных бумагах ретушируются только с помощью туши или краски. Применение карандашей и соуса допускают только матовые, полуматовые и зернистые отпечатки.

Поверхность отпечатка должна быть чистой и гладкой.

Удаление мелких черных точек и тонких черных линий производится острием скребка или скальпеля. Крупные темные пятна, если их не удается устранить выскабливанием, покрываются белилами. Мелкие белые точки и царапины заделываются тонкой кистью с помощью разбавленной туши или краски.

Соус и сажевые карандаши применяются для покрытий больших поверхностей.

Восстановление пожелтевших отпечатков

Пожелтевшие от времени и выцветшие фотоотпечатки можно восстановить следующим методом. Отпечаток размачивают в воде, затем задубливают в 5%-ном растворе хромовых квасцов для укрепления слоя. После этого отпечаток промывают в течение 5 мин. в проточной воде и погружают в раствор, имеющий следующий состав:

Вода	200 *см*³
Марганцевокислый калий	0,5 *г*
Соляная кислота концентрированная .	5 *см*³

Марганцевокислый калий и соляную кислоту растворяют отдельно в половинном количестве воды и смешивают перед употреблением (раствор быстро портится).

Погруженный в этот раствор отпечаток отбеливается и одновременно окрашивается в буро-коричневый цвет (цвет окиси марганца). Обработанный таким образом отпечаток ополаскивается и погружается в раствор:

Сульфит натрия (кристаллический) . .	20 *г*
Серная кислота	5 *см*³
или соляная кислота	10 *см*³
Вода	100 *см*³

В этом растворе буро-коричневая окраска изображения исчезает. Ополоснув отпечаток, его проявляют на свету любым энергичным проявителем, промывают и сушат.

Этот же способ применяется для удаления двуцветной (дихроической) вуали.

Исправление бледных отпечатков

Бледные, серые отпечатки могут быть значительно улучшены следующим способом: хорошо промытый отпечаток погружается в раствор:

Двухромовокислый калий	5 *г*
Соляная кислота концентрированная .	10 *см*³
Вода	250 *см*³

В этом растворе отпечаток выдерживают до полного отбеливания изображения, затем промывают для удаления желтой окраски и проявляют на свету в энергичном проявителе.

Наклейка фотоотпечатков

Для наклейки фотоотпечатков пригодны клеи, не содержащие кислот, так как последние со временем вызывают пожелтение отпечатков.

Очень хорошим для этой цели является обыкновенный жидковатый столярный клей.

Столярный клей	25 *г*
Вода	100 *см*³

С успехом применяется также желатиновый клей, в котором столярный клей заменяется тем же количеством желатины.

Измельченный клей или желатину заливают небольшим количеством воды и оставляют до набухания, после чего доливают теплой воды и расплавляют подогреванием при помешивании. Застывший клей должен иметь вид студня. Перед употреблением клей слегка подогревают на водяной бане.

Прекрасный, хорошо схватывающий клей приготовляется из декстрина (так называемый почтовый клей).

Декстрин	90 *г*
Сахар	15 *г*
Вода	120 *см*³

Вещества хорошо перемешивают и нагревают, не доводя до кипения. Для предохранения клея от плесени добавляют несколько капель карболовой кислоты.

Хорошими клеющими свойствами обладает обычный заварной крахмальный клейстер, вполне пригодный для наклейки фотоотпечатков. Лучшие результаты дает клейстер, приготовленный по следующему рецепту:

Крахмал	8 *г*
Нашатырный спирт	15 *см*³
Вода (кипяток)	85 *см*³

ЛИТЕРАТУРА

1. В. Грюнталь, Техника обработки фотоиллюстраций, Госкиноиздат, 1951.

2. А. Г. Шкулина, Техника фотографической ретуши, Госкиноиздат, 1950.

3. В. А. Яштолд-Говорко, Как получить хороший отпечаток, Госкиноиздат, 1950.

РАЗДЕЛ VII

ЦВЕТНАЯ ФОТОГРАФИЯ

ОСНОВЫ ЦВЕТНОЙ ФОТОГРАФИИ

Характеристика цвета

При всем многообразии цветов и оттенков все существующие цвета можно разделить на две группы: хроматические (цветные) и ахроматические (бесцветные).

Цвета, имеющие какие-либо цветовые оттенки (голубые, красные, желтые и т. д.), называются хроматическими цветами. Цвета, содержащие белый, черный и различные серые тона и не имеющие цветовых оттенков, называются ахроматическими.

Хроматические цвета отличаются по цветовому тону, насыщенности и светлоте; ахроматические — только по светлоте или относительной яркости.

Цветовой тон — качественное отличие хроматического цвета от ахроматического равной светлоты. Цветовой тон определяется длиной волны спектрального света, имеющего одинаковый цвет. Насыщенность (чистота цвета) — субъективное восприятие цвета; измеряется отношением спектрального цвета к белому. Например, насыщенность цвета 75%. Это значит, что субъективное восприятие определяемого цвета будет аналогичным восприятию смеси: 75% соответствующего спектрального цвета и 25% белого. Насыщенность спектральных цветов принимается за единицу. Светлота, *зависящая от коэфициента отражения света поверхностью тела*, измеряется по отношению к белому эталону и выражается обычно в относительных единицах. Любому ахроматическому цвету может быть подобран хроматический одинаковой светлоты.

Цветовой тон, насыщенность и светлота являются основными характеристиками цвета, с помощью которых любой цвет может быть охарактеризован с качественной и количественной стороны.

Характеристика тел

Все тела можно разделить на с в е т я щ и е с я и н е с в е т я щ и е с я. Светящиеся тела — источники света, излучающие свет. Все остальные — несветящиеся тела. Несветящиеся тела отражают, пропускают или поглощают падающий на них свет. Поглощенный свет превращается в другие виды энергии.

Характер отражения света несветящимися телами зависит от его поверхности.

Несветящиеся тела в свою очередь делятся на прозрачные и непрозрачные. При падении лучей света на тела происходит поглощение, пропускание и отражение этих лучей. Одни тела проникший в них свет полностью поглощают. Такие тела называются непрозрачными. Другие тела, поглощая незначительное количество лучей, большую их часть пропускают. Такие тела называются прозрачными. Понятия «прозрачные» и «непрозрачные» тела — относительные. Все зависит от толщины слоя тела. Чем толще слой, тем меньше прозрачность.

Непрозрачные тела отражают и поглощают падающий на них свет. Прозрачные тела отражают, поглощают и пропускают свет.

Окраска тел

Окружающие нас тела освещаются светом и обладают избирательным поглощением (абсорбцией) световой энергии. Благодаря этому в наш глаз отражаются или пропускаются световые лучи различной длины волны, что вызывает зрительное впечатление,

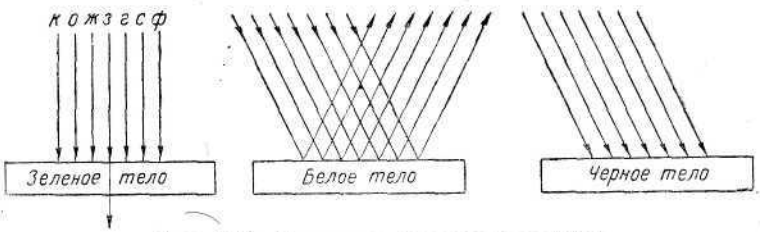


Рис. 180. Возникновение окраски тел*

к — красный; *о* — оранжевый; *ж* — желтый; *з* — зеленый; *г* — синий; *ф* — фиолетовый

соответствующее окраске тел. Тело, которое отражает спектральные лучи в одинаковой степени и при этом отражение преобладает над поглощением, всегда окрашено в белый цвет. Наоборот, тело, поглощающее все световые лучи в одинаковой степени (отражение в данном случае весьма незначительное), имеет черную окраску (рис. 180).

Непрозрачное тело, окрашенное, например, в зеленый цвет, имеет такую окраску вследствие отражения зеленых лучей и поглощения всех остальных. Если тело прозрачно, окраска его обусловливается проходящими через него лучами. Например, если стекло поглощает все цветные лучи, кроме красных, то при освещении стекла белым светом оно кажется окрашенным в красный цвет. Если же стекло поглощает все цветные лучи в одинаковой степени, то, пройдя через стекло, белый свет выходит ослабленным, но таким же по окраске, каким входит, и стекло кажется бесцветным.

В фотографии приходится сталкиваться с непрозрачными телами (объекты съемки), прозрачными телами (светофильтры,

* Указанные на рисунке условные обозначения приняты и в остальных случаях.

иногда объекты съемки) и светящимися телами (источники света). Для фотографической практики имеет значение как отражение света фотографируемыми объектами (ибо это явление и позволяет видеть и фотографировать их), так и поглощение отраженного света светочувствительным слоем, позволяющее получать фотографическое изображение (так как под действием световой энергии в фотографическом материале происходят химические изменения).

Необходимо отметить, что в природе нет тел, отражающих чистый спектральный свет. Обычно отраженный свет является смесью лучей разного спектрального состава.

При занятиях цветной фотографией особенно важно помнить, что отражение света в качественном отношении зависит от окраски предмета (возникновение цветных бликов), а в количественном, кроме того, от степени гладкости (шероховатости) поверхности, а также от силы источника света.

Изменение окраски тел

При изменении спектрального состава освещения цвет тел изменяется. Так, при освещении обычным электрическим светом фиолетовые, синие, голубые и голубовато-зеленые цвета темнеют, а желтые, оранжевые и красные светлеют. Поэтому корректировку цветных отпечатков нужно производить при том освещении, на которое рассчитана их демонстрация.

Окружающая нас атмосфера особенно в нижних слоях представляет собой мутную среду, содержащую, кроме воздуха, частицы влаги и пыли, препятствующие прохождению света. Происходит частичное рассеяние фиолетовых, синих и голубых лучей при большом количестве в проходящем свете желто-красных лучей. Этим объясняется преобладание желто-красных лучей при восходе и заходе солнца (с соответствующей окраской части неба), а также голубая окраска неба вследствие того, что к отраженному небом свету примешиваются фиолетовые, синие и голубые лучи, рассеянные в атмосфере. Рассеянием коротковолновых лучей объясняется наличие на изображении голубых рефлексов (рефлекс голубого неба) при съемках на открытом воздухе.

При цветном фотографировании голубые рефлексы обычно наблюдаются на изображениях вершин высоких деревьев или предметов, снятых в солнечный день.

Поскольку цвет тел изменяется в зависимости от спектрального состава освещения, необходимо помнить, что дневной свет в различное время суток различен по составу, а электрический свет изменяет свой спектральный состав в зависимости от напряжения и мощности источника света.

Трехцветная теория зрения

Основные положения трехцветной теории зрения были высказаны в 1756 г. М. В. Ломоносовым. Эта теория, объясняющая цветовые ощущения, воспринимаемые нашим глазом, является наиболее современной.

В сетчатой оболочке глаза имеются согласно трехцветной теории зрения три вида воспринимающих аппаратов, так называемых

рецепторов, обладающих различной светочувствительностью и возбуждающихся при действии на них света.

Нервные окончания глаза (рецепторы) по-разному реагируют на лучи с разной длиной волны. Одни возбуждаются при воздействии лучей с длиной волны 780 *mμ* (красный цвет), вторые — лучей с длиной волны 550 *mμ* (зеленый цвет) и третьи — с длиной волны 480—450 *mμ* (сине-фиолетовый цвет).

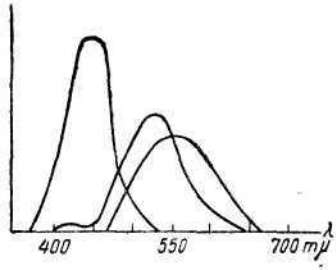


Рис. 181. Кривые основных возбуждений рецепторов глаза

Равные возбуждения рецепторов вызывают зрительное ощущение белого цвета (при сильном возбуждении) и серых цветов (при слабом). Отсутствие возбуждения вызывает ощущение черного цвета. При различном возбуждении трех рецепторов происходит ощущение хроматического цвета. Соотношение различных степеней возбуждения рецепторов вызывает то или иное цветовое ощущение. Следовательно, при действии на глаз красного, зеленого и синего цветов в различных соотношениях мы можем воспринимать любые цвета и оттенки.

На рис. 181 показаны кривые основных возбуждений рецепторов глаза. Нарушение светочувствительности нервных окончаний *приводит к цветовой слепоте, т. е. неразличению некоторых цветов*, путанию их с другими (например, красный с зеленым и т. д.).

Цвета основные и дополнительные

Основными цветами являются красный, зеленый и синий, позволяющие нашему глазу воспринимать все ахроматические и хроматические цвета.

Все полноценные в отношении цветопередачи способы цветной фотографии основаны на использовании основных цветов для *получения цветоделенных негативов.*

Белый цвет при разложении его с помощью призмы образует спектр, в котором имеется семь цветов, дающих при смешении снова белый. Белый цвет можно получить и другим путем. Для этого достаточно смешать, например, оранжевый с голубым, желтый с синим и т. д. Два цвета, которые при смешении дают белый цвет, называются дополнительными. Существует очень много цветов, *являющихся дополнительными один к другому. Дополнительные* цвета должны соответствовать совершенно определенным по цветовому тону цветам. Многообразие дополнительных цветов видно из таблицы дополнительных цветов.

При смешении недополнительных цветов образуются промежуточные цвета. Например, голубой с фиолетовым дают синий цвет и т. д.

Излучения с длиной волн 495—570 mμ (зеленые лучи) имеют в качестве дополнительных пурпурные цвета, отсутствующие в спектре и получаемые путем смешения красного и фиолетового цветов.

В способах цветной фотографии на многослойных фотографических материалах цвет изображений, получающихся в элементарных слоях, является дополнительным к цвету поглощенного света соответствующими светочувствительными элементарными слоями.

Таблица 95

Дополнительные спектральные цвета

Длины волн (в миллимикронах)		
700—495,5	610—493,5	450—570,0
680—495,5	600—492,0	440—569,5
670—495,5	590—485,0	430—569,0
660—495,4	580—482,5	420—568,7
650—495,3	490—593,0	410—568,7
644—495,2	480—578,0	400—568,7
630—494,8	470—573,0	380—568,6
620—494,4	460—571,0	

Аддитивный способ получения цветов

Аддитивный способ, или способ сложения цветов, основанный на трехцветной теории зрения, дает возможность получать все цвета и оттенки с помощью смешения (сложения) в определенных пропорциях трех основных цветов: красного, зеленого и синего. Так, если одновременно проицировать на экран три различно окрашенных световых потока: красный, зеленый и синий, то соответствующим подбором яркости этих потоков можно получить любой цвет.

Аддитивный способ получения цветов подчинен следующим законам:

1) смешение любого хроматического цвета в определенной пропорции с дополнительным дает ахроматический цвет. Смешение хроматического цвета с дополнительным в других пропорциях приводит к получению одного из исходных хроматических цветов. Насыщенность цвета при этом уменьшается;

2) смешение недополнительных цветов приводит к получению промежуточных цветов, расположенных в спектре между смешиваемыми. Например, при смешении зеленого с красным получается желтый цвет. Чем дальше смешиваемые цвета расположены друг от друга в спектре, тем меньше насыщенность полученного цвета;

3) цвета, вызывающие в глазу одинаковые цветовые ощущения, при оптическом смешении дают один и тот же цвет независимо от спектрального состава исходных цветов.

Близкое расположение друг к другу тонких линий или точек различной цветности вызывает пространственное смешение цветов, при котором в глазу возникает соответствующее вышеуказанным законам цветовое ощущение.

На принципе пространственного смешения цветов основан растровый способ цветной фотографии (см. стр. 316).

Таблица 96

Получение различных цветов аддитивным способом

Смешиваемые цвета			Получаемый цвет
—	—	—	Черный
Красный	Зеленый	Синий	Белый
Красный	Зеленый	—	Желтый
Красный	—	Синий	Пурпурный
—	Зеленый	Синий	Голубой
Красный	—	—	Красный
—	Зеленый	—	Зеленый
—	—	Синий	Синий
Красный слабый	Зеленый слабый	Синий слабый	Серый

Субтрактивный способ получения цветов

Субтрактивный способ получения цветов, основанный так же, как и аддитивный, на трехцветной теории зрения, заключается в вычитании отдельных цветов спектра из белого света посредством специально подобранных светофильтров, поглощающих вычитаемый цвет. Для этой цели применяются светофильтры, окрашенные в дополнительный к основному цвет: голубой, пурпурный или желтый. Указанные светофильтры поглощают лучи основных цветов, соответственно красный, зеленый и синий, и пропускают лучи остальных $^2/_3$ спектра.

Таблица 97

Поглощение и пропускание лучей спектра светофильтрами

Поглощаемый свет	Цвет применяемых светофильтров	Пропускаемый свет
Красный	Голубой	Зеленый, синий
Зеленый	Пурпурный	Красный, синий
Синий	Желтый	Красный, зеленый

Субтрактивное смешение дополнительных цветов в одинаковой пропорции вызывает зрительное восприятие черного цвета.

С помощью субтрактивного способа возможно получение всего многообразия существующих цветов (табл. 98), вызывающих при смешении в глазе соответствующие зрительные ощущения.

Таблица 98

Получение различных цветов субтрактивным способом

Цвет применяемых светофильтров			Получаемый цвет
Голубой	—	—	Голубой
—	Пурпурный	—	Пурпурный
—	—	Желтый	Желтый
—	Пурпурный	Желтый	Красный
Голубой	—	Желтый	Зеленый
Голубой	Пурпурный	—	Синий
Голубой	Пурпурный	Желтый	Черный
Голубой слабый	Пурпурный слабый	Желтый слабый	Серый

Принципы цветной фотографии

Всякий процесс получения цветных фотографий состоит из разложения света, отраженного от снимаемых объектов, на монохроматические излучения и воспроизведения цветов объекта съемки. Процесс разложения света на монохроматические излучения называется цветоделением, процесс воспроизведения цветов фотографируемого объекта называется цветовоспроизведением.

Цветоделение достигается в процессе фотографирования на панхроматических или на многослойных цветофотографических материалах. В результате цветоделения получают три цветоделенных негатива.

Цветоделенные негативы на панхроматическом материале получают посредством применения в процессе съемки синего, зеленого и красного светофильтров. В дальнейшем с полученных цветоделенных черно-белых негативов изготовляют соответствующие черно-белые позитивы. Воспроизведение цветов (цветовоспроизведение) фотографируемого объекта при печати производится с черно-белых позитивов посредством так называемых аддитивного или субтрактивного способа.

Цветоделение и цветовоспроизведение на многослойных фотоматериалах дает лучшие результаты.

Следует отметить, что существующие способы цветной фотографии не позволяют получить натуральное воспроизведение цветов объектов съемки; они могут гарантировать лишь их приближенное к натуральной окраске воспроизведение. Это объясняется, в основном, отсутствием светофильтров и красителей, обладающих идеальным поглощением света, которое необходимо для обеспечения точ-

ного воспроизведения цветов фотографируемых объектов (рис. 182). Поэтому недостатки существующих способов определяются несовершенством процессов цветоделения и цветовоспроизведения.

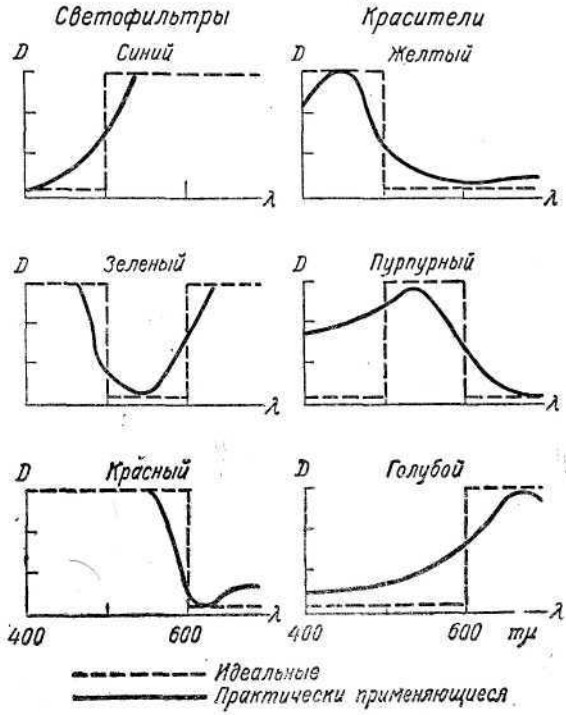


Рис. 182. Кривые спектрального поглощения светофильтров и красителем изображения

Вместе с тем точное соблюдение условий цветоделения и цветовоспроизведения поможет получить копии с достаточным приближением к цветному оригиналу.

МЕТОДЫ ЦВЕТНОЙ ФОТОГРАФИИ

Цветная фотография основывается на аддитивном и субтрактивном способах получения цветов. Поэтому существующие методы цветной фотографии разделяются на аддитивный и субтрактивный.

Аддитивный метод

Аддитивный метод цветной фотографии состоит в следующем. С помощью трех светофильтров — синего, зеленого и красного — производится цветоделение фотографируемого объекта.

С трех цветоделенных негативов (за синим, зеленым и красным светофильтрами) производят печать, в результате которой получают

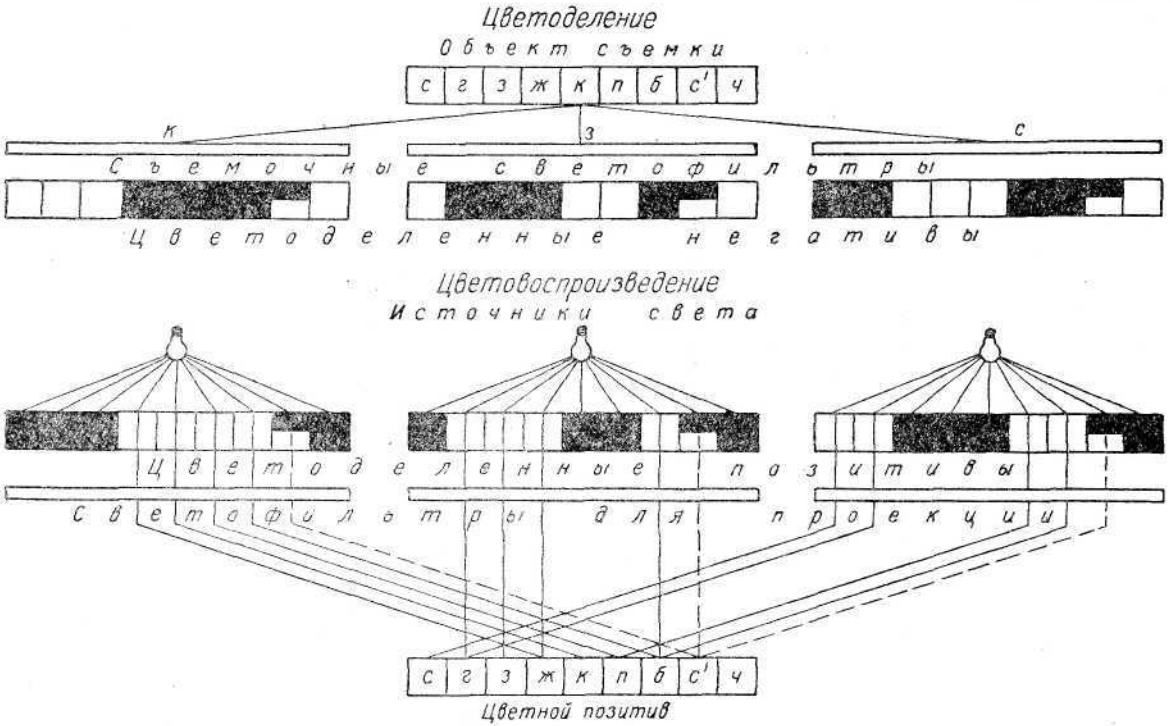


Рис. 183. Схема получения цветных изображений по аддитивному методу.

черно-белые позитивы. Эти позитивы помещают в проекционные фонари и, установив перед ними светофильтры, цвет которых соответствует съемочным светофильтрам, проицируют одновременно на экран. Точно совмещая очертания изображения (благодаря смешению цветных лучей в тех же самых соотношениях, какие были в действительности), получают цветную копию фотографируемого объекта.

Схема получения цветного изображения по аддитивному методу приведена на рис. 183.

В настоящее время аддитивный метод в практике не применяется, так как он весьма сложен и исключает возможность получения отпечатков на бумаге.

Растровый способ

Растровый способ цветной фотографии является единственным, широко применявшимся по аддитивному методу. Основой растрового способа служит пространственное смешение цветов. Для получения цветного изображения необходимо иметь растровые материалы (пластинки или пленку), представляющие собой прозрачную подложку с нанесенным на нее бесцветным липким подслоем, растровым слоем, защитным водонепроницаемым лаком и слоем панхроматической эмульсии. Обычно растр представляет собой окрашенные в красный, зеленый и синий цвета зерна крахмала или смолы, средний размер которых равен 10 μ. Толщина растрового слоя не превышает величины одного зерна. Зерна служат в качестве светофильтров.

При рассматривании растра на просвет аддитивное смешение цветов вызывает цветную окраску в зависимости от того, какие зерна (какого цвета) затемнены. Например, затемнение всех зеленых зерен растра дает пурпурную окраску, так как проходящие синие и красные лучи вызовут ощущение пурпурного цвета и т. д.

Такое затемнение зерен осуществляется образованием фотографического почернения на панхроматическом слое эмульсии, нанесенной сверху. Водонепроницаемый защитный лак наносится на растровый слой для предохранения его от действия растворов при фотографической обработке.

Полученное позитивное изображение, состоящее из окрашенных зерен, рассматривается на просвет. Вследствие малых размеров зерна растра сливаются, образуя цветной позитив.

В настоящее время растровые способы цветной фотографии почти не применяются из-за невозможности получить изображение на бумажной подложке, невозможности размножения копий и зернистости изображения.

Субтрактивный метод

При субтрактивном методе цветной фотографии цветоделение, или получение цветоделенных негативов, производится так же, как и при аддитивном методе; цветовоспроизведение при субтрактивном методе, в отличие от аддитивного, позволяет получить изображения на бумаге. Объясняется это тем, что при аддитивном методе ощущение цвета достигается посредством оптического сложе-

ния цветов, а при субтрактивном — вычитанием цветов или смешением красок. В первом случае мы имеем дело с основными цветами: синим, зеленым и красным, смешение которых дает ощущение белого, а во втором — с дополнительными к основным: желтым, пурпурным и голубым (сине-зеленым), смешение которых дает ощущение черного цвета.

На практике цветное изображение получают следующим образом: с черно-белых цветоделенных негативов обычным фотографическим путем печатают черно-белые цветоделенные позитивы, которые подвергают окраске в дополнительный цвет к цвету светофильтра данного негатива и затем окрашенные позитивные изображения совмещают по их очертаниям на белой бумажной подложке или на прозрачной пленке (рис. 184).

В итоге получают цветное изображение, цвета которого приближаются к оригиналу. Относительная простота и некоторые другие преимущества субтрактивного метода привели к широкому внедрению его в фотографию.

В настоящее время субтрактивные способы цветной фотографии твердо вошли в фотографическую практику. Этому способствовало появление многослойных цветофотографических материалов и процесса цветного проявления. Субтрактивный метод отличается многообразием способов воспроизведения цвета, обеспечивает многотиражность копий и достаточно удовлетворительное качество.

Преимущества субтрактивного метода будут понятны из последующего описания его способов. Следует, конечно, отметить, что простота получения цветных изображений, несмотря на появление многослойных фотоматериалов, относительна. Поэтому, пользуясь даже самым совершенным субтрактивным способом, необходимо иметь соответствующие навыки и познания для получения высококачественных цветных снимков.

В цветной фотографии получило распространение несколько способов по субтрактивному методу. К числу их относятся: способ Карбро, гидротипный способ и другие. Наибольшее распространение получил способ цветной фотографии на многослойных материалах, который рассматривается подробно.

Способ Карбро

Получение цветных изображений по способу Карбро заключается в следующем. С трех цветоделенных черно-белых негативов печатают цветоделенные черно-белые позитивы. Печать производят на обыкновенной фотографической бумаге посредством контактной или проекционной аппаратуры. Для получения цветных изображений применяется специальная пигментная бумага, представляющая собой подложку, политую желатиновым слоем, содержащим мелко растертый нерастворимый в воде краситель. Естественно, что для данного способа бумага должна быть желтого, пурпурного и сине-зеленого цветов. Перед употреблением производят очувствление пигментной бумаги в специальном растворе. Затем лист очувствленной желтой пигментной бумаги вынимается из очувствляющего раствора и накладывается на «синий» позитив, положенный на стекло слоем вверх и отжатый от избытка воды. Пигментную бумагу тщательно притирают к отпечатку.

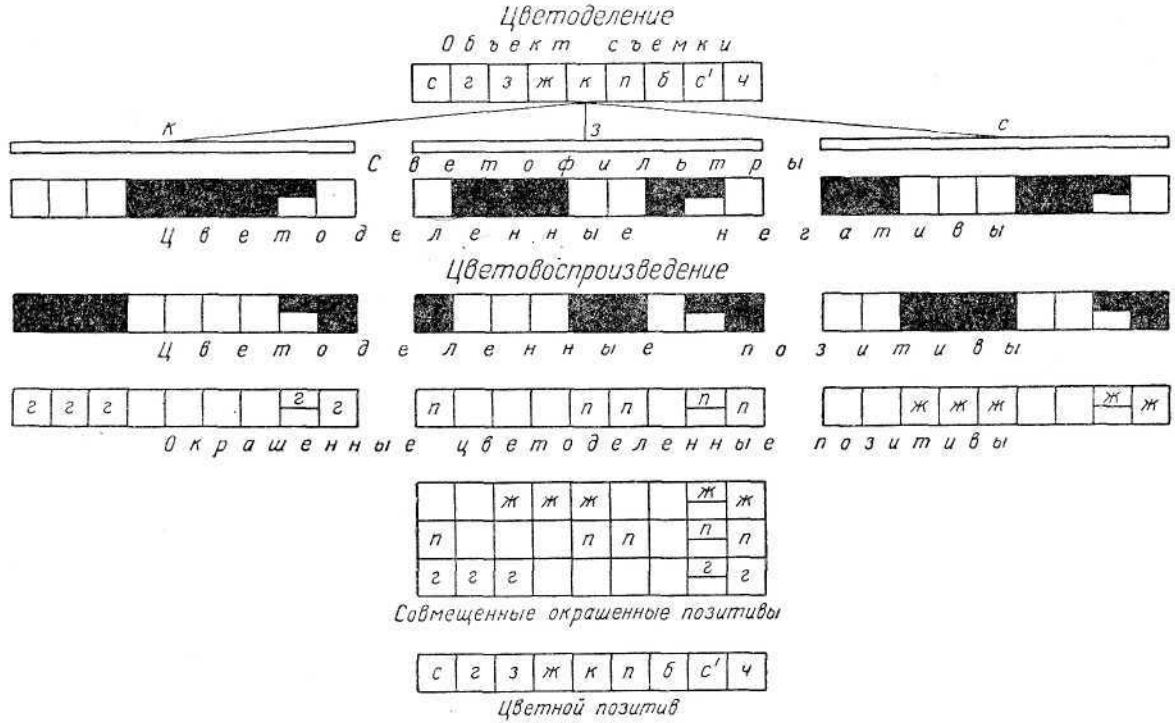


Рис. 184. Схема получения цветных изображений по субтрактивному методу.

В таком состоянии бумага с отпечатком находится 10—15 мин. В течение этого времени происходит химическая реакция между веществами очувствляющего раствора, содержащегося в слое пигментной бумаги, и металлическим серебром фотографического отпечатка. В результате происходит задубливание желатины в соответствующих местах желатинового слоя пигментной бумаги. Далее отделяют пигмент от отпечатка и производят перенос образовавшегося на пигментной бумаге изображения из задубленной желатины на листы целлулоида.

Пигментный отпечаток накладывают под водой на вощеный целлулоид и хорошо притирают. Через 10—12 мин. производят проявление пигментного изображения горячей водой. Во время обработки происходит растворение незадубленной желатины и отделение подложки пигмента. В результате на целлулоиде остается цветное (желтое) изображение из задубленной и окрашенной пигментом желатины.

Таким же образом получают пурпурное и сине-зеленое изображения. Затем осуществляют перенос изображений с целлулоида на подложку.

В настоящее время способ Карбро не имеет широкого применения. Его практическое значение сохранилось лишь в некоторых отраслях техники.

Гидротипный способ

Гидротипным способом называется получение цветных изображений посредством трехцветной печати с окрашенных желатиновых рельефов.

Гидротипный способ сохранил свое значение до настоящего времени. Для получения цветных изображений по этому способу необходимо иметь цветоделенные негативы, произвести печать матриц, обработку матриц, окрашивание матриц и гидротипную печать.

Из большого разнообразия видов гидротипного способа в настоящее время нашел применение процесс получения цветных изображений с рельефа вымывания, полученного дубящим отбеливанием.

Современный гидротипный процесс заключается в следующем.

С полученных цветоделенных негативов производят печать на специальную матричную пленку, представляющую собой целлулоид с нанесенным на него галоидносеребряным светочувствительным слоем, содержащим тартразин. Тартразин вводят в эмульсию для облегчения контроля образования рельефа вымывания. Печать производится со стороны целлулоида.

После печати матричная пленка проявляется в обычном негативном проявителе и затем промывается 8—10 мин. в проточной воде. Полученное серебряное изображение обрабатывается в дубящей отбеливающей ванне, составленной из запасных растворов

Запасный раствор № 1

Аммоний двухромовокислый . . .	10 *г*
Кислота серная концентрированная	2 *см*³
Вода	до 500 *см*³

Запасный раствор № 2

Натрий хлористый	25 *г*
Вода	до 500 *см*³

Обработка ведется в течение 5 мин. в рабочем растворе:

Запасный раствор № 1	50 *см*³
» » № 2	50 *см*³
Вода	до 300 *см*³

Температура раствора 18°С.

В процессе обработки в местах наличия металлического серебра желатина задубливается. Отбеленная матрица обрабатывается в 4—5 сменах горячей воды (45—50°С) по 1 мин. в каждой. Образовавшийся после вымывания незадубленной желатины рельеф споласкивается в воде и фиксируется 1—2 мин. в фиксаже, имеющем следующий состав:

Гипосульфит	250 *г*
Сульфит натрия безводный	15 *г*
Кислота уксусная (28%-ный раствор)	50 *см*³
Кислота борная	8 *г*
Квасцы алюмокалиевые	15 *г*
Вода	до 1 000 *см*³

Отфиксированная матрица промывается в проточной воде и сушится. Высушенные матрицы подвергаются окраске в водных растворах кислых красителей, подкисленных уксусной кислотой.

Окрашивание матриц производится в следующих растворах.

В желтый цвет

Тартразин	40 *г*
Кислота уксусная	20 *см*³
Вода	до 1 000 *см*³

Продолжительность окрашивания 1,5 — 2 мин.

В пурпурный цвет

Азофуксин	2 *г*
Кислота уксусная	10 *см*³
Вода	до 1 000 *см*³

Продолжительность окрашивания 3—4 мин.

В голубой цвет

Ксиленовая голубая	4 *г*
Кислота уксусная	10 *см*³
Вода	до 1 000 *см*³

Продолжительность окрашивания 3—4 мин.

Окрашенные матрицы промываются в слабо подкисленной уксусной кислотой воде (0,5%-ной) для вымывания приставшего к поверхности рельефа красителя и высушиваются (во время сушки уксусная кислота улетучивается из матриц). Затем приступают к гидротипной печати.

Для печати применяют любую белую гладкую бумагу, покрытую желатиновым слоем, задубленным 0,5%-ным раствором хромовых квасцов в течение 5 мин.

Подготовленная таким путем бумага размачивается в течение 1 мин. в подкисленной воде с сапонином:

Уксусная кислота	10 *см*³
Сапонин	0,5 *г*
Вода	до 1 000 *см*³

Сапонин введен для обеспечения равномерности смачивания. На желатиновый слой размоченной бумаги накладывают окрашенную пурпурную матрицу рельефом к слою бумаги, хорошо протирают, покрывают стеклом и прижимают грузом.

Во время контакта матрицы с бумагой происходит переход красителя из рельефа в желатиновый слой бумаги.

Ввиду того что толщина рельефа в 5—7 раз меньше толщины бумаги, а также благодаря наличию уксусной кислоты в слое бумаги и отсутствию ее в рельефе почти весь краситель переходит из рельефа в желатиновый слой (абсорбция красителя кислой средой). Продолжительность контакта 10—15 мин.

По окончании контакта матрица отделяется от бумаги и на последнюю прикатывается матрица с голубым изображением (предварительно производится тщательное совмещение контуров голубого и пурпурного изображений). Таким же образом производится печать с желтой матрицы.

Полученное цветное изображение подвергается сушке.

Гидротипный способ позволяет получать большое количество цветных копий. С одной матрицы можно сделать 20—25 отпечатков. Для этого необходимо лишь снова окрасить матрицу.

Качество получаемых по гидротипному способу цветных изображений очень высокое и может конкурировать с качеством изображений, полученных любым другим способом.

Возможно, что гидротипный способ печати не потеряет значения и в будущем. Светопрочность красителей изображения делает гидротипию в ряде случаев пока незаменимым способом.

Виражный способ

Виражный способ получения цветных изображений основан на замещении металлического серебра цветоделенного позитива соединением, окрашенным в дополнительный цвет к цвету примененного для цветоделения светофильтра.

Для осуществления виражных способов необходимо наличие фотографических позитивных материалов со съемным слоем.

Получение цветных изображений производится с цветоделенных негативов, полученных общепринятыми методами цветоделения. Техника получения цветных изображений следующая: с трех цветоделенных негативов производят печать посредством контактной или проекционной аппаратуры на фотобумаге со съемным слоем. После обычной фотографической обработки полученные цветоделенные позитивы вирируются вирирующими растворами. Затем переносят три изображения на постоянную подложку.

Из приведенных способов в настоящее время только гидротипные способы имеют некоторое распространение.

ЦВЕТНАЯ ФОТОГРАФИЯ НА МНОГОСЛОЙНЫХ МАТЕРИАЛАХ

Самым распространенным в настоящее время способом получения цветных изображений является фотография на многослойных фотографических материалах с цветным проявлением. Способ основан на субтрактивном методе цветной фотографии.

В цветной фотографии на многослойных фотоматериалах довольно просто решен вопрос размножения и получения одинаковых по воспроизводимости цветных копий, причем процесс цветного фотографирования практически не отличается от обычного фотографирования. Все это привело к широкому применению данного способа, несмотря на некоторые недостатки и трудности процесса.

В настоящее время цветная фотография на многослойных материалах вытеснила все ранее существовавшие способы, поэтому основное внимание в данном разделе уделяется этому способу, начинающему входить также в практику различных областей науки и техники.

Строение цветофотографических материалов

Для получения цветного изображения способом цветной фотографии на многослойных фотоматериалах необходимы специальные цветофотографические материалы: негативная пленка, пленка с обращением, позитивная пленка или бумага «Фотоцвет».

Цветофотографические материалы отличаются от черно-белых составом и строением, между собой они отличаются лишь в деталях (рис. 185).

Цветофотографические многослойные материалы содержат три эмульсионных слоя, обладающих различной цветочувствительностью: верхний слой — несенсибилизированный, чувствителен к синему свету; средний — изохроматический, чувствителен к зеленому

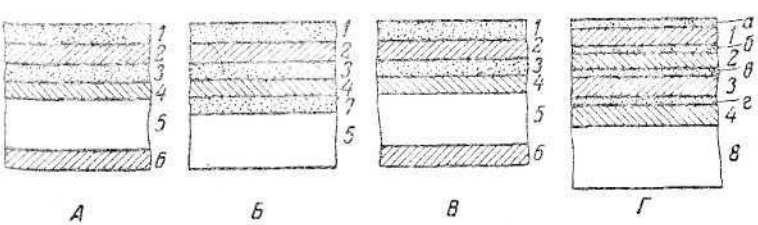


Рис. 185. Схема строения цветных фотоматериалов:

А — негативная пленка; *Б* — пленка с обращением; *В* — позитивная пленка; *Г* — фотобумага; *1* — верхний несенсибилизированный эмульсионный слой; *2* — фильтровый слой; *3* — средний ортохроматический эмульсионный слой; *4* — нижний панхроматический эмульсионный слой; *5* — целлулоид; *6* — противоореольный слой (зеленый); *7* — противоореольный слой (коричневый); *8* — фотоподложка; *а* — защитный желатиновый слой; *б*, *в*, *г* — промежуточные желатиновые слои

и синему свету; нижний — панхроматический, чувствителен к красному и синему свету. Для исключения вредного действия синего света на средний и нижний слои между верхним и средним слоями помещается желтый фильтровый слой, состоящий из коллоидного серебра в желатине.

Различная спектральная чувствительность слоев обеспечивает получение цветоделенных негативов в слоях негативного материала или цветоделенных позитивов в слоях позитивного материала.

В эмульсионных слоях содержатся специальные краскообразующие вещества, называемые цветными компонентами. Цветная компонента в верхнем слое образует после цветного проявления желтый краситель, в среднем слое — пурпурный краситель, в нижнем слое — голубой краситель.

Наличие цветных компонент приводит к получению в слоях цветоделенных негативов или позитивов, окрашенных в цвет, дополнительный к цвету света, поглощенному данным слоем.

На неэмульсионную сторону пленок наносится противоореольный слой для избежания образования ореолов в нижнем слое. Противоореольный слой обесцвечивается в процессе проявления.

Характеристика цветофотографических материалов

В настоящее время говорить о свойствах цветофотографических материалов можно лишь условно, так как цветная сенситометрия находится в стадии разработки и усовершенствования.

Выпускаемые негативные цветофотографические материалы по своим свойствам характеризуются следующими параметрами.

Светочувствительность

Светочувствительность является одной из основных характеристик негативных пленок. Низкая светочувствительность значительно ограничивает возможности применения цветофотографических материалов. Наличие трех эмульсионных слоев, каждый из которых имеет свою светочувствительность, требует как можно большей равнозначности светочувствительности элементарных слоев для облегчения процесса печати копий. Разность между значениями светочувствительности отдельных слоев негативной пленки не должна быть больше, чем 2,5.

Светочувствительность негативных пленок, а также пленок с обращением, выпускаемых отечественной промышленностью, равна 16—22 единицам ГОСТ. Предполагается выпуск пленок с большей светочувствительностью.

Встречающаяся в продаже пленка «Агфаколор» имеет практически светочувствительность 5—8 единиц ГОСТ.

При длительном хранении в неблагоприятных условиях происходит некоторое изменение светочувствительности нижнего и среднего слоев, вызывая рост вуали и нарушение цветового баланса.

Контраст

Контраст имеет большое значение для обеспечения правильной цветопередачи сюжета съемки, так как для каждого эмульсионного слоя требуется наличие одинакового значения контраста или небольшой разности, не превышающей 0,15 для негативной пленки и 0,4 для позитивной.

Контраст выпускаемых пленок 0,6—0,9 для негативных и 1,9 для позитивных.

Фотографическая широта

Цветофотографические материалы обычно имеют меньшую фотографическую широту, чем черно-белые, что приводит к неправильному воспроизведению цветопередачи объекта съемки при наличии резких переходов в освещенности сюжета.

Цветовой баланс

Идеальный цветофотографический материал должен был бы иметь одинаковые фотографические свойства для каждого из трех слоев. Сложность технологического процесса изготовления цветофотографических материалов пока ограничивает возможности получения совершенно одинаковых фотопоказателей для всех трех слоев. Это касается светочувствительности и контраста. При одинаковом значении светочувствительности и контраста на каждом из трех слоев можно получить изображение с правильным цветовоспроизведением. Обычно же один из слоев имеет более высокую светочувствительность, что приводит к получению изображения с преобладающей цветовой окраской. Например, повышенная светочувствительность нижнего слоя приведет к образованию в нем более плотного изображения, чем в среднем и верхнем слоях, что в общей сложности придает негативу (или отпечатку) голубую окраску. Преобладание чувствительности среднего и верхнего слоев над чувствительностью нижнего слоя сообщает изображению красный оттенок (смесь пурпурного с желтым).

Чем резче выражена общая цветная окраска изображения, тем выше светочувствительность соответствующего слоя и тем хуже сбалансирован в цветовом отношении фотоматериал.

Цветовым балансом принято называть преобладание того или иного цветового оттенка на изображении, появившегося в результате отсутствия равновесия между светочувствительностями отдельных слоев или при отсутствии равнозначности между контрастами слоев. Цветовой баланс является основной характеристикой цветофотографического материала.

Негативные пленки отечественного производства имеют пурпурный баланс, пленки «Агфаколор» — различный цветовой баланс.

Вуаль

Ввиду многослойности, а также окраски слоев цветными компонентами вуаль цветофотографических материалов выше, чем черно-белых.

Следует указать, что получить изображение на цветофотографических материалах со значением вуали, равной черно-белым материалам, практически невозможно.

Значение вуали у отечественных негативных пленок не превышает 0,35.

Виды цветофотографических материалов

Цветофотографические материалы делятся на пленки и бумагу. Цветофотографические пленки в зависимости от назначения в свою очередь делятся на негативные, позитивные и пленки с обращением.

Негативная пленка

Негативная пленка предназначена для осуществления цветоделения. Выпускается она в виде 35-*мм* перфорированной пленки для малоформатных камер «ФЭД», «Зоркий», «Спорт», «Киев» и других, катушечной пленки, плоской форматной пленки, а также 16-*мм* пленки.

В зависимости от освещения, на которое рассчитано применение негативных пленок, последние делятся на пленки для съемки при дневном освещении (ДС) и для съемки при освещении лампами накаливания (ПС).

В первом случае пленка имеет повышенную светочувствительность к красным лучам, во втором — к синим, как недостающим в свете источников освещения, применяемых при съемках.

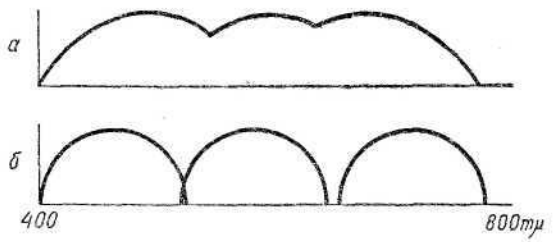


Рис. 186. Спектральная светочувствительность цветных фотоматериалов:
а — негативной пленки; *б* — позитивных материалов

Негативные пленки обладают светочувствительностью ко всем лучам видимого спектра с некоторым весьма незначительным провалом в зеленой зоне (рис. 186).

Светочувствительность ко всем спектральным лучам необходима для осуществления правильного цветоделения.

Позитивная пленка

Позитивная пленка предназначена для осуществления цветовоспроизведения с цветных негативов посредством контактной или проекционной печати. Выпускается тех же форматов, что и негативная пленка. В выпускаемой в настоящее время позитивной пленке фильтровый слой отсутствует. Его функцию выполняет желтый краситель, введенный в эмульсию и вымываемый в процессе обработки пленки.

Светочувствительность цветофотографических позитивных пленок не отличается от соответствующих сортов черно-белых. Позитивные пленки имеют спектральную светочувствительность ко всему видимому спектру с небольшим провалом в желто-зеленой части (580—600 μ), что позволяет в процессе обработки применять соответствующие светофильтры (см. рис. 186).

В фотографической практике цветофотографическая позитивная пленка находит применение для изготовления цветных диапозитивов.

Пленка с обращением

Цветофотографические пленки с обращением предназначены для получения единственного позитивного изображения.

В зависимости от назначения выпускаются двух типов:

1) для фотографирования при дневном освещении;

2) для фотографирования при искусственном освещении.

Разница между типами подобна разнице у негативной пленки. Требует специального режима и рецептуры обработки. Форматы выпускаемой пленки с обращением соответствуют негативным.

Спектральная светочувствительность пленок с обращением подобна спектральной светочувствительности негативной пленки.

Возможность получения на пленке с обращением изображения только в одном экземпляре ограничивает применение этого материала и требует строгого соблюдения условий съемки и обработки.

Диапозитивы, полученные при фотографировании на пленке с обращением, дают яркие насыщенные цвета при рассматривании с помощью фильмоскопа или эпидиаскопа.

Таблица 98

Ассортимент цветофотографических пленок, выпускаемых отечественной промышленностью

Тип и наименование пленки	Назначение пленки
I. Негативные пленки	
Кинонегативная цветная пленка ДС, 35- и 16-*мм*	Для киносъемки при дневном освещении
Кинонегативная цветная пленка ПС, 35- и 16-*мм*	Для киносъемки при освещении лампами накаливания
ФЭД — цветная негативная пленка ДС	Для фотографирования в условиях дневного освещения
ФЭД — цветная негативная пленка ПС	Для фотографирования в условиях освещения лампами накаливания
Катушечная цветная негативная пленка ДС	Для фотографирования в условиях дневного освещения
Катушечная цветная негативная пленка ПВС	Для фотографирования в условиях освещения лампами накаливания
Форматная цветная негативная пленка ДС	Для фотографирования в условиях дневного освещения
Форматная цветная негативная пленка ПВС	Для фотографирования в условиях освещения лампами накаливания

Продолжение

Тип и наименование пленки	Назначение пленки
II. Позитивные пленки	
Кинопозитивная цветная пленка, 35-*мм*	Для текущей и массовой печати цветных копий
ФЭД — цветная позитивная фотопленка	Для контактной печати цветных копий с цветных негативов малоформатных камер типа «ФЭД»
Катушечная цветная позитивная пленка	Для контактной печати цветных позитивов с катушечных цветных негативов
Форматная цветная позитивная пленка	Для контактной и проекционной печати цветных позитивов с форматных, катушечных и негативов малоформатных камер типа «ФЭД»
III. Пленки для контратипирования	
Дубльнегативная цветная кинопленка с обращением, 35-*мм*	Для прямого цветного контратипирования с цветного негатива — оригинала

Таблица 100

Фотографические характеристики цветофотографических пленок, выпускаемых отечественной промышленностью

Тип пленки	Фотографические характеристики				
	S (в единицах ГОСТ)	D_{max}	γ	D_0 (не выше)	R (в линиях на миллиметр)
Негативные пленки	16—22	2,0	0,6—0,85	0,35	30—35
Позитивные пленки	1—2	2,5	не ниже 1,9	0,25	60
Пленки для контратипирования	1—2	—	1,2—1,3	0,30	60

Цветофотографическая бумага

Фотографическая бумага для получения цветных отпечатков с цветных негативов выпускается отечественной промышленностью под названием «Фотоцвет».

Бумага «Фотоцвет» пригодна для контактной и проекционной цветной печати и имеет подложку картонной плотности с глянцевой и структурной поверхностью. Подложка бумаги «Фотоцвет» повышенного качества и высокой степени белизны, что обеспечивает чистоту цветных тонов изображения.

Строение бумаги отличается от строения позитивной пленки тем, что между эмульсионными и фильтровым слоями находятся промежуточные желатиновые слои; такой же слой нанесен и поверх верхнего слоя.

Светочувствительность бумаги «Фотоцвет» превышает чувствительность черно-белых бумаг в 2—3 раза. Контраст бумаги колеблется от 1,5 до 2,5. Вуаль у бумаги «Фотоцвет» несколько больше, чем у черно-белых бумаг, и значительно меньше, чем у многослойных пленок. Вуаль у цветофотографических бумаг имеет окраску и слегка заметна на незасвеченных краях проявленного отпечатка.

Спектральная светочувствительность бумаги «Фотоцвет» такая же, как и позитивной пленки.

Бумага выпускается следующих форматов: 6×9; 9×12; 10×15; 13×18; 18×24; 24×30; 30×40; 40×50 *см*.

В ограниченном количестве выпускается фотобумага без фильтрового слоя, роль которого выполняет введенный в соответствующий промежуточный слой желтый краситель.

Возможен выпуск контрастной бумаги «Фотоцвет», имеющей большой цветовой контраст, значительно повышающий насыщенность цветов изображения.

Рис. 187. Схема получения цветного негатива

Фотографирование на цветофотографических материалах

Фотографированием на цветофотографических материалах осуществляется цветоделение объекта съемки. Негативный цветофотографический материал является приемником световой энергии, отраженной объектом съемки, благодаря чему и происходит цветоделение (рис. 187).

Объективы

Цветную фотографическую съемку можно производить любым из выпускающихся в настоящее время фотоаппаратов.

Желательно при этом, чтобы объектив фотоаппарата имел хорошую общую и хроматическую коррекцию, так как в построении цветного изображения участвуют все лучи видимого спектра.

Рекомендуется пользоваться просветленной оптикой, которая снижает коэфициент отражения света и тем самым увеличивает эффективную светосилу объектива. Кроме того, благодаря избирательному поглощению просветленная оптика дает возможность улучшать цветопередачу в определенных участках спектра.

Для цветного фотографирования можно рекомендовать следующие объективы-анастигматы: «Индустар-10», «Индустар-22», «Юпитер» всех серий.

Цветофотографические негативные материалы

Для цветного фотографирования применяют негативную пленку и пленку с обращением. При этом в зависимости от условий освещения применяют пленку для дневного света ДС или пленку, рассчитанную на освещение лампами накаливания ПС. Следует отметить, что цветную пленку ДС можно с успехом применять как при дневном, так и при искусственном освещении. Цветная пленка ПС применяется только при искусственном освещении. В противном случае получаются искажения цветопередачи, неисправимые при печати.

Фотографирование на пленке с обращением производится лишь на материале, соответствующем освещению при съемке.

Для того чтобы быть уверенным в получении хороших результатов, часто предварительно проверяют практической съемкой партию пленки, так как иногда цветовой баланс пленок сильно нарушен и не поддается корректировке при печати. Проверка особенно желательна при фотографировании на пленках с обращением, где процесс печати отсутствует.

Светофильтры для съемки

Светофильтры предназначены для приведения спектрального состава освещения при съемке к нормальному, принятому для данного типа пленок.

Применение светофильтров при съемке объектов, освещенных светом ламп накаливания, на пленках дневного света основано на выравнивании освещения. В ряде случаев при фотографировании на негативной пленке дневного света применяются голубые светофильтры, поглощающие красные лучи, которых в свете ламп накаливания гораздо больше, чем голубых. Применением голубых светофильтров при съемке облегчается корректирование цветных отпечатков при печати.

Однако пользоваться светофильтрами следует лишь в том случае, если фотографирование без них не дает желаемых результатов.

В случаях необходимости снимать со светофильтрами рекомендуется применение следующих светофильтров: 1) голубой светофильтр СС-1 (Изюмского завода); 2) голубой светофильтр Мосфильма; 3) голубой корректирующий светофильтр с плотностью 40—50%.

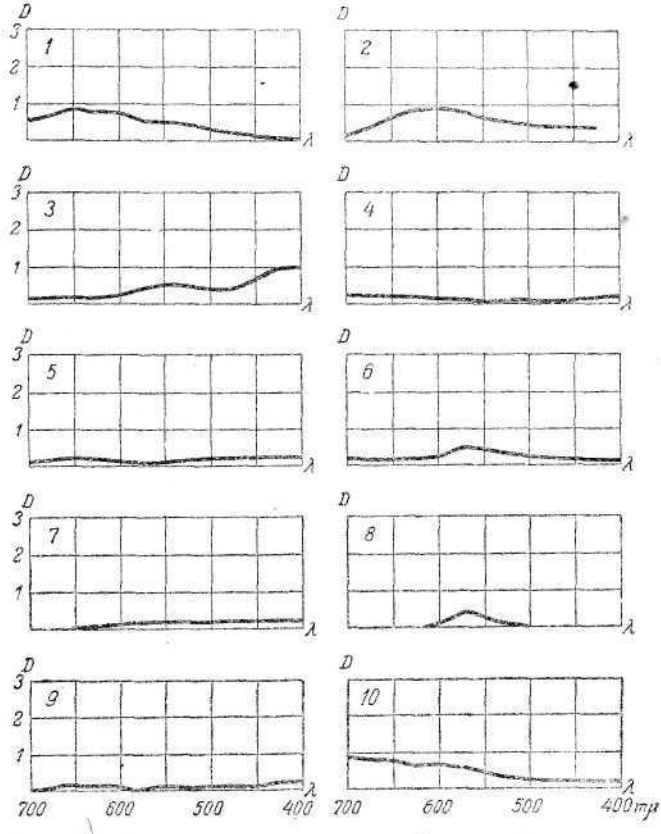


Рис. 188. Кривые поглощения светофильтров для цветного фотографирования:

1—2 для негативной пленки; *3— 10* для пленок с обращением

Фотографирование со светофильтрами производится обычным для съемочных фильтров путем и связано с увеличением выдержки в 1,5—1,8 раза.

При съемке на пленках с обращением приведенные светофильтры не применяются. На рис. 188 приводятся кривые поглощения голубых светофильтров, в том числе и для пленок с обращением. Для пленок с обращением имеется целый ряд светофильтров, рассчитанных на различные случаи съемки (табл. 101).

К применению компенсационных светофильтров при съемке на пленках с обращением прибегают лишь в крайних случаях и с большой осторожностью, так как неумелое пользование ими может привести вместо исправления к непоправимому нарушению цветового баланса.

Таблица 101

Применение компенсационных светофильтров для пленок с обращением

Назначение светофильтра	Наименование	Цвет	Кратность светофильтра
Для фотографирования на пленке ПС на воздухе	К-19	Оранжевый	4
Для фотографирования на пленке ДС утром или вечером	К-28	Светлоголубой	1,5
Для фотографирования на пленке ДС в горах (выше 2 000 *м* над уровнем моря)	К-29-С	Бесцветный	1,5
Для фотографирования на пленке ПС при применении магниевых вспышек	К-31	Желтый	2,0
Для фотографирования на пленке ПС при применении сильного полуваттного света и ламп-вспышек	К-32	Светложелтый	1,5
Для фотографирования на пленке ДС внутри помещения или на пленке ПС с белопламенными дуговыми лампами (микрофотографирование)	К-33-А	Голубовато-розовый	1,3
Для фотографирования на пленке ДС на воздухе без солнца	К-34	Розовый	2
Для фотографирования на пленке ДС при применении ламп накаливания большой мощности	К-69	Голубой	5

Характеристика применяемых источников света

Источники света, как указывалось, делятся на естественные и искусственные. К естественным источникам света, имеющим практическое значение для фотографирования, относится солнце. К искусственным источникам — электрическая лампа накаливания, электрическая дуговая лампа, свет магниевой вспышки, газосветные лампы и т. п.

Таблица 102

Сравнительное действие источников света на эмульсионные слои цветофотографических материалов

(действие солнечного света принято за единицу)

Источник света	Слои пленки		
	несенсибилизированный	ортохроматический	изопанхроматический
Электрическая лампа накаливания	0,6	0,7	0,8
Электрическая дуговая лампа	1,3	1,1	1,0
Дневной солнечный свет	1,0	1,0	1,0
Ртутная лампа	3,2	3,5	2,7

Таблица 103

Спектральное распределение световой энергии, излучаемой различными источниками света

Источник света	В процентах от общего светового излучения		
	синих	зеленых	красных
Неоновая лампа	0,3	4,2	95,5
Электрическая лампа с угольной нитью	9,5	21,0	69,5
Электрическая лампа с металлической нитью	13,0	24,5	62,5
Электрическая лампа газонаполненная большой мощности	17,0	27,5	55,5
Электрическая дуговая лампа	21,5	30,0	48,5
Ртутная лампа	23,0	70,5	6,5
Средний дневной свет	33,3	33,3	33,3
Прямой солнечный свет	39,0	34,0	27,0

Таблица 104

Цветовая температура некоторых источников света

Источник света	Цветовая температура (в градусах абсолютной шкалы)
Электрическая лампа с угольной нитью	2 080
Электрическая вакуумная лампа с металлической нитью	2 450
Электрическая газонаполненная лампа малой мощности (до 100 *вт*)	2 700
Электрическая газонаполненная лампа большой мощности (от 1 000 *вт*)	3 000
Свет магния	3 650
Электрическая дуговая лампа	3 700
Средний солнечный свет	5 000
Прямой солнечный свет	5 600— 6 500
Свет облачного неба	6 400— 6 900
Свет голубого неба	19 000—24 000

Перечисленные источники света, используемые в фотографической практике, различаются по силе света и его спектральному составу, который может изменяться в зависимости от условий, в которых находится источник света. Например, спектральный

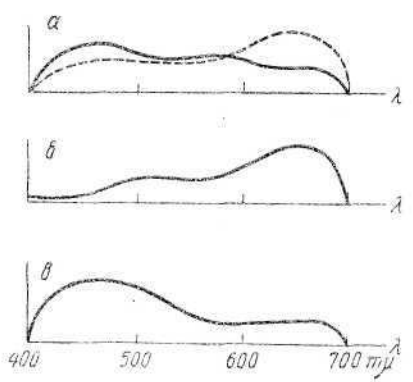


Рис. 189. Распределение энергии различных источников света:

а — дневной свет (сплошная линия — средний дневной свет; пунктирная — дневной свет при заходе солнца); *б*—электрический свет; *в* — дуговой свет

состав солнечного света изменяется в зависимости от времени суток: утром, при восходе солнца, и вечером, при его заходе, свет содержит большое количество длинноволновых лучей, придающих снимаемому объекту соответствующую окраску.

Наиболее благоприятным для цветного фотографирования является применение солнечного освещения. Электрические лампы меняют характер излучения в зависимости от напряжения и мощ-

ности. Падение напряжения приводит к снижению содержания голубых лучей. То же самое происходит при уменьшении мощности источника света.

Световую энергию, излучаемую источниками света, можно охарактеризовать также при помощи кривых спектрального распределения энергии (рис. 189).

Наиболее распространенной характеристикой световой энергии является его цветовая температура.

Цветовая температура характеризует спектральное распределение световой энергии излучения. Чем ниже цветовая температура, тем больше в излучаемом свете содержится длинноволновых лучей и наоборот.

Следует помнить, что спектральный состав источников света в сильной степени влияет на окраску предметов.

Условия освещения и особенности цветного фотографирования

Цветовые балансы пленок подобраны сообразно оптимальным условиям освещения. Пленки дневного света рассчитаны на средний дневной свет, пленки искусственного света — на свет газонаполненных ламп накаливания большой мощности. Поэтому при применении того или иного вида пленок необходимо исходить из конкретных условий освещения.

При фотографировании на цветных фотоматериалах в условиях дневного освещения необходимо считаться не только с яркостью освещения, но и с его спектральным составом, зависящим от времени суток, времени года и состояния погоды.

Освещение в утренние и вечерние часы характеризуется высоким сравнительно с полуденными условиями содержанием желтых и красных лучей, причем вечером содержание их выше, чем утром. Поэтому на отпечатках (при съемке вечером или утром) будет преобладание желто-красных оттенков.

Полуденное освещение также имеет особенности, существенные для цветного фотографирования. Например, полуденное освещение в тени отличается малым содержанием желто-красных лучей и преобладанием синих лучей. Фотографирование в таких условиях дает, в конечном результате, позитив с преобладанием синих оттенков.

Если в черно-белой фотографии впечатление соответствия изображения фотографируемому объекту создается за счет контраста светотени, то в цветной фотографии объемный эффект достигается за счет цветового контраста отдельных участков объекта съемки.

Цветная фотография, так же как и черно-белая, основана на фотохимическом действии отраженного от объекта съемки света на светочувствительный фотоматериал, поэтому от количества воздействующего света будет зависеть качественное восприятие цвета человеческим глазом.

Вследствие этого для достижения хорошей яркости цвета изображения обязательно наличие яркого источника света при цветной фотосъемке. Чем ярче освещение, тем сочнее и насыщеннее цвета. Слабое освещение при фотографировании дает малокрасочный, вялый цветной отпечаток.

Однако при цветном фотографировании необходимо избегать контрастов освещения и применять равномерное освещение, способствующее выявлению цветового контраста.

Поэтому наиболее выгодное время для цветного фотографирования при дневном освещении в летний сезон (июнь—август) от 11 до 15 часов.

Поскольку спектральный состав света, применяемого для освещения, изменяется в зависимости от источника света, времени года и суток, многие цвета в природе, которые мы обычно считаем постоянными: зелень деревьев, цвет голубого неба, воды, тени на снегу и т. д., могут получиться на снимке не такими, какими мы их привыкли видеть. Например, белая бумага при электрическом или дневном освещении нам всегда кажется белой — это особенность нашего глаза.

Цветофотографический материал «видит» все «объективно» и в первом случае бумага будет передана с желтым, а во втором — с синим оттенками. Все это говорит о том, что при съемке необходимо считаться со спектральным составом света, применяемого для освещения.

Хотя техника цветного фотографирования не отличается от техники фотографирования на черно-белых материалах, имеется целый ряд особенностей, присущих только цветной фотосъемке.

Эти особенности сводятся к следующему:

1) применение смешанного (электрического и дневного) освещения при цветном фотографировании приводит к получению отпечатков, корректировка которых при печати сильно затруднена или вовсе невозможна;

2) нельзя фотографировать объекты с большим интервалом яркостей, так как фотографическая широта цветофотографических материалов меньше, чем черно-белых. Если есть возможность, следует использовать в подобных случаях передний свет;

3) при фотографировании вблизи от отражающих поверхностей (обои, занавеси, зелень деревьев и т. д.), будь то внутри помещения или на открытом воздухе, всегда возможна опасность получения нежелательных цветных рефлексов на снимаемом объекте.

Устранение их зависит от наблюдательности и опыта фотографа, причем необходимо помнить, что глаз не всегда замечает то, что «видит» пленка (см. кривые спектральной чувствительности). Поэтому цветные рефлексы, получающиеся от окружающих объект съемки цветных поверхностей, создают цветопередачу на отпечатке, кажущуюся нам неестественной. Например, отражение синей стены на волосах близко сидящего около нее человека даст на отпечатке синий оттенок на волосах. Рефлекс от красной занавеси на лице снимаемого сделает эту часть лица красной, что невозможно будет исправить при печати.

В некоторых случаях цветные рефлексы можно использовать для получения желательных художественных эффектов;

4) необходимость корректировки при печати с цветных негативов и трудоемкость этой операции вызывает необходимость получения при цветном фотографировании как можно большего числа негативов, с которых можно производить печать с одинаковой коррекцией.

Так как количество освещения

$$H = E \times T,$$

где E — освещенность, а T — время, то при экспонировании можно менять количество освещения H двояким способом: изменяя освещенность E и изменяя выдержку, т. е. время T.

При цветной съемке рекомендуется работать (если это возможно) с одной выдержкой, изменяя экспозицию диафрагмой объектива;

5) теневые стороны объекта съемки обычно имеют синеватый оттенок, что объясняется преобладанием в тени коротковолновых (синих) лучей, рассеянных в атмосфере. Поэтому при фотографировании необходимо избегать наличия сильных теней у объекта съемки.

Определение выдержки при съемке

Экспозиция в цветной фотографии имеет очень большое влияние на качество цветовоспроизведения, поэтому выдержку необходимо определять как можно точнее.

Съемку одного и того же объекта необходимо производить трижды с различной экспозицией, и каждый снимок сопровождать соответствующей записью съемочных условий.

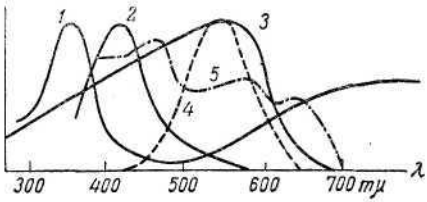


Рис. 190. Спектральная чувствительность фотоэлементов:
1 — кислородно-цезиевого;
2 — сурьмяно-цезиевого;
3 — селенового; *4* — глаза;
5 — негативной пленки

В этом случае можно быть уверенным в получении хорошего негатива.

Ориентировочно определение выдержки можно производить по таблице, составленной для средних широт Советского Союза (см. стр. 204—207, 212).

Более точное определение выдержки может быть произведено с помощью фотоэлектрических экспонометров, в частности экспонометра «ФЭД».

Для большей уверенности в определении выдержки экспонометр необходимо откалибровать путем практической съемки. Однако следует иметь в виду, что правильность показаний экспонометров также относительная, особенно если учесть, что спектральная светочувствительность экспонометров значительно отличается от спектральной светочувствительности негативного материала (рис. 190).

Точность определения выдержки при съемке на пленке с обращением должна быть большей, чем при работе с негативной пленкой, так как фотографическая широта пленок с обращением очень мала.

Контактная и проекционная печать на цветофотографических материалах

Контактная и проекционная печать производится на цветофотографических позитивных материалах: пленке и фотобумаге. Назначение как контактной, так и проекционной печати в размножении цветных фотокопий.

Современная цветная печать дает возможность получать с цветного негатива практически неограниченное количество цветных фотографических отпечатков. Схема получения цветного позитива показана на рис. 191.

Рис. 191. Схема получения цветного позитива

Аппаратура для цветной печати

Для цветной печати с цветных негативов применяется существующая для черно-белой печати контактная и проекционная аппаратура с приспособлениями для корректирующих светофильтров.

Контактная печать производится на печатном станке, в котором между источником света и стеклом станка помещается выдвижная рамка с корректирующими светофильтрами (рис. 192).

Проекционная печать производится посредством увеличителя обычного типа с приспособлением для корректирующих светофильтров. Лучшие результаты дает помещение светофильтров между конденсором и источником света, но могут применяться и другие варианты, например, помещение светофильтров между объективом и экраном. При помещении светофильтров между конденсором и источником света увеличитель должен иметь выдвижную рамку для светофильтров (рис. 193).

Учитывая спектральную светочувствительность позитивных материалов и необходимость обеспечения точной кадрировки при увеличениях, экран увеличителя должен быть снабжен универсальной копировальной рамкой (см. рис. 193).

Приспосабливая увеличители для цветной печати, фотолюбители должны исходить из своих возможностей, но в любом случае рамка для помещения корректирующих светофильтров должна вмещать четыре светофильтра, так как иногда приходится применять по два светофильтра одного цвета.

Спектральный состав копировочного света должен быть постоянным, так как изменение спектрального состава сильно сказывается на цветопередаче отпечатков. В связи с этим при цветной печати обязателен постоянный режим накала нити электроламп, для чего источник света должен быть включен в электросеть через вольтметр и реостат или, что еще лучше, через стабилизатор напряжения.

Печать обычно ведут при напряжении 110 или 210 *в* (напряжение в электросети соответственно 120 или 220 *в*).

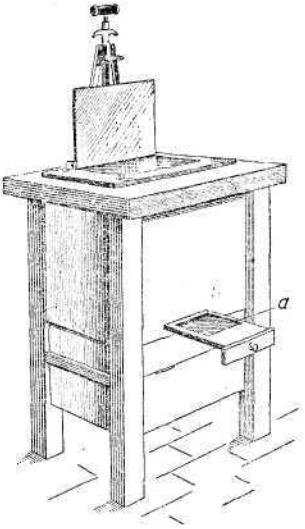


Рис. 192. Печатный станок для цветной печати:

а — рамка для корректирующих светофильтров

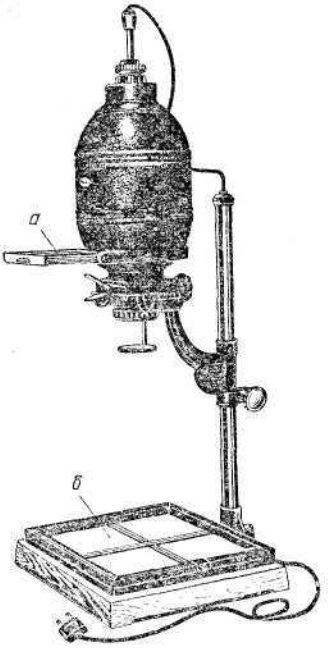


Рис. 193. Увеличитель для цветной печати:

а — рамка для корректирующих светофильтров; *б* — копировальная рамка

При увеличении напряжения более чем на 5% цветовой баланс отпечатка изменяется в сторону желтого, при падении — в сторону голубого цвета.

Корректирующие светофильтры

Для исправления цветового баланса негатива и бумаги применяются специальные светофильтры, позволяющие получать цветные изображения с правильной цветопередачей. Подобные светофильтры называются корректирующими. В набор корректирующих светофильтров (желтого, пурпурного и голубого цветов) входит

по 11 фильтров каждого цвета, отличающихся друг от друга плотностями.

Плотности светофильтров выражены в процентах к самому плотному светофильтру, плотность которого принята за 100%. Плотности светофильтров в каждой из трех групп изменяются в следующем порядке: 5; 10; 20; 30; 40; 50; 60; 70; 80; 90; 100%.

Для обозначения плотности светофильтров принята цифровая система, по которой плотность фильтра выражается числом, соответствующим одной из трех групп.

Например, самые прозрачные светофильтры желтого, пурпурного и голубого цветов обозначены:

05 00 00 — желтый светофильтр
00 05 00 — пурпурный светофильтр
00 00 05 — голубой светофильтр

По такому же принципу обозначаются остальные светофильтры.

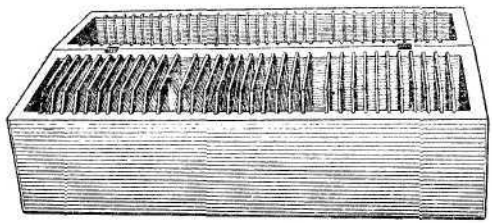


Рис. 194. Ящик для корректирующих светофильтров

Табл. 105 показывает обозначение всех 33 светофильтров, составляющих применяемый для получения позитивных цветных изображений набор.

Таблица 105

Обозначения светофильтров для цветной печати

№ п/п	Цвет светофильтров / Плотность	Желтые	Пурпурные	Голубые
1	5%	05 00 00	00 05 00	00 00 05
2	10%	10 00 00	00 10 00	00 00 10
3	20%	20 00 00	00 20 00	00 00 20
4	30%	30 00 00	00 30 00	00 00 30
5	40%	40 00 00	00 40 00	00 00 40
6	50%	50 00 00	00 50 00	00 00 50
7	60%	60 00 00	00 60 00	00 00 60
8	70%	70 00 00	00 70 00	00 00 70
9	80%	80 00 00	00 80 00	00 00 80
10	90%	90 00 00	00 90 00	00 00 90
11	100%	100 00 00	00 100 00	00 00 100

Число, обозначающее плотность светофильтра, обычно проставляется на фильтре.

Хранить светофильтры необходимо в специальных ящиках в положении «на ребро» (рис. 194) в сухом помещении с нормальной температурой (+18—20°С), защищая их от действия яркого света.

Применение некачественных светофильтров приводит к отрицательным результатам при печати, поэтому необходимо своевременно производить замену негодных для печати светофильтров: помутневших, с пятнами, выцветших и битых.

Применение корректирующих светофильтров и печать

Применение корректирующих светофильтров основано на вычитании из светового потока, падающего на цветной фотографический материал, одной трети видимого спектра (табл. 106).

Коррекция цвета является неотъемлемой частью цветной печати вследствие наличия в цветных негативах, как правило, преобладания какого-либо цветового оттенка. Лишь в редких случаях печать с цветного негатива не требует применения корректирующих светофильтров, что обычно объясняется соответствием цветового баланса негатива балансу цветной фотобумаги.

Разберем необходимость коррекции на следующем конкретном примере.

Негатив имеет общий сине-зеленый оттенок. При печати с такого негатива на цветную фотобумагу получится отпечаток с общим красным оттенком. Объясняется это следующими причинами: синий цвет негатива способствует пропусканию большого количества синих лучей, которые, воздействуя на верхний эмульсионный слой бумаги, вызовут образование интенсивной желтой окраски отпечатка. Преобладание на негативе зеленого цвета приведет к сильному освещению бумаги зеленым светом, воздействующим на средний эмульсионный слой, что в свою очередь вызовет образование интенсивной пурпурной окраски отпечатка. Наличие одновременно желтого и пурпурного окрашивания дает преобладание общей красной окраски на отпечатке, что, естественно, искажает цветопередачу сюжета съемки и является нежелательным.

Преобладающий на отпечатке общий красный оттенок удаляют, «окрасив» белый свет увеличителя или контактного станка в красный цвет для того, чтобы ослабить действие синего и зеленого света соответственно на верхний и средний эмульсионные слои. В этом случае экспозиция для всех эмульсионных слоев будет иметь правильное соотношение. Следует отметить, что окрашивание копировочного света в красный цвет должно быть тем сильнее, чем интенсивнее красное окрашивание негатива.

На практике корректирующие светофильтры и применяются для соответствующей окраски копировочного света.

Подбор корректирующих светофильтров

Цветная печать заключается в правильном подборе корректирующих светофильтров и определении правильной выдержки.

С приготовленного для печати негатива производится пробный отпечаток без корректирующих светофильтров. Отпечаток при

этом должен быть правильно экспонирован, что определяется с помощью проб. Затем по возможности при дневном или подобном ему освещении производят оценку правильности цветопередачи пробного отпечатка и определяют, какие корректирующие светофильтры необходимо применять.

При неправильной цветопередаче пробные отпечатки получаются с преобладанием какого-либо цветного оттенка.

Для исправления цветопередачи применяют корректирующие светофильтры такого же цвета, какой преобладал на пробном отпечатке.

Таблица 106

Подбор корректирующих светофильтров

Преобладающий цветовой оттенок на отпечатке	Цвет светофильтров, применяемых для устранения оттенка	Преобладающий цветовой оттенок на отпечатке	Цвет светофильтров, применяемых для устранения оттенка
Голубой	Голубой	Красный	Желтый + пурпурный
Желтый	Желтый	Синий	Пурпурный + голубой
Пурпурный	Пурпурный	Зеленый	Желтый + голубой

Если при этом появляется другой оттенок, его устраняют уменьшением плотности примененного фильтра.

Чем больше нужно убрать преобладающую цветную окраску на пробном отпечатке, тем большей плотности применяются корректирующие светофильтры.

Во всех случаях цветной печати необходимо на оборотной стороне отпечатков записать простым карандашом наименование примененных светофильтров и величину выдержки. Например, применяя желтый светофильтр 40 00 00 и пурпурный 00 10 00, на обороте отпечатка записывают «40 10 00» и проставляют величину выдержки. Это облегчает работу по корректировке цветопередачи, а также помогает устранять ошибки при дальнейшей работе.

Комбинации из трех светофильтров не применяются, так как при этом цветопередача остается такой же, как и в случае применения двух светофильтров, а увеличивается лишь общая плотность светофильтров, что приводит к увеличению выдержки.

Подбор корректирующих светофильтров может производиться также с помощью специальных приспособлений и приборов: набора мозаичных светофильтров, мультипликатора или визуальных и фотоэлектрических приборов цветовой настройки.

Набор мозаичных (шахматных) светофильтров состоит из трех фильтров размером 6×6 или 12×12 *см*, в свою очередь состоящих из 25 маленьких светофильтров различной плотности.

В каждом мозаичном светофильтре расположены комбинации фильтров двух цветов.

Таблица 107

Размещение комбинаций корректирующих фильтров в мозаичных светофильтрах

00 00 00 00 00 25 00 00 50 00 00 75 00 00 99	00 25 00 00 25 25 00 25 50 00 25 75 00 25 99	00 50 00 00 50 25 00 50 50 00 50 75 00 50 99	00 75 00 00 75 25 00 75 50 00 75 75 00 75 99	00 99 00 00 99 25 00 99 50 00 99 75 00 99 99	Пурпурно-голубой светофильтр
00 00 00 25 00 00 50 00 00 75 00 00 99 00 00	00 25 00 25 25 00 50 25 00 75 25 00 99 25 00	00 50 00 25 50 00 50 50 00 75 50 00 99 50 00	00 75 00 25 75 00 50 75 00 75 75 00 99 75 00	00 99 00 25 99 00 50 99 00 75 99 00 99 99 00	Желто-пурпурный светофильтр
00 00 00 00 00 25 00 00 50 00 00 75 00 00 99	25 00 00 25 00 25 25 00 50 25 00 75 25 00 99	50 00 00 50 00 25 50 00 50 50 00 75 50 00 99	75 00 00 75 00 25 75 00 50 75 00 75 75 00 99	99 00 00 99 00 25 99 00 50 99 00 75 99 00 99	Желто-голубой светофильтр

Мозаичные светофильтры служат для предварительного подбора корректирующих светофильтров.

Подбор корректирующих светофильтров производят следующим образом. При контактной печати один из светофильтров кладут на стекло печатного станка, а на него негатив и фотобумагу. При работе с увеличителем мозаичный светофильтр кладется на эмульсионный слой фотобумаги.

Произведя печать, выбирают участок отпечатка с наилучшей цветопередачей; окончательный выбор нужной комбинации корректирующих фильтров производят обычным путем.

Мультипликатор представляет собой проекционный аппарат для печати с цветного негатива через систему из 25 линз, расположенных подобно фильтрам мозаичного светофильтра. Между линзами и негативом помещают один из трех мозаичных светофильтров.

Изображение негатива проецируется каждой линзой на лист фотобумаги, помещаемой в их фокальной плоскости.

По полученному отпечатку, состоящему из 25 уменьшенных изображений, осуществляют ориентировочный подбор корректирующих светофильтров. Окончательная комбинация корректирующих светофильтров определяется практической печатью.

Другие визуальные и фотоэлектрические приборы для определения необходимой при печати комбинации светофильтров применяются пока лишь при печати цветных кинофильмов, поэтому для фотолюбителя они лишены практического интереса.

Определение и расчет выдержки при печати

Применение корректирующих светофильтров приводит к ослаблению освещенности, зависящей от плотности применяемого светофильтра, и значительно изменяет экспозицию, правильность которой чрезвычайно важна при цветной печати. Определение правильной выдержки является основой для получения хороших результатов в цветной печати. Даже незначительные отклонения в экспозиции, которые на черно-белом фотоматериале были бы совершенно незаметны, при цветной печати приводят к искажению цветопередачи изображения.

Для облегчения расчетов в определении правильной выдержки при применении корректирующих светофильтров служит специальная таблица, позволяющая точно и быстро найти изменение выдержки по сравнению с нормальной выдержкой без светофильтров (см. табл. 107).

Производя расчеты правильной выдержки, необходимо принимать во внимание следующее.

Применение желтых светофильтров сказывается в меньшей степени на увеличении выдержки, чем применение пурпурных и голубых.

При печати с желтыми светофильтрами плотностью до 50 увеличение выдержки производится на 10%; свыше 50 и до 100 требует увеличения выдержки еще на 10%.

Применение пурпурного или голубого светофильтра приводит к увеличению выдержки, соответствующему плотности светофильтров.

Также необходимо делать поправку на поглощение света стеклами светофильтров. Применение одного светофильтра, состоящего из двух стекол, влечет увеличение выдержки на 10%.

Расчет выдержки ведется по сложным процентам, т. е. каждое последующее увеличение выдержки прибавляется к предыдущей величине.

Пример. Выдержка при печати без фильтров равна 5 сек. Необходимо определить выдержку при введении голубого светофильтра плотностью 30.

Расчет производится следующим образом. На поглощение света стеклами светофильтра надо увеличить выдержку на 10%. На поглощение света цветной плотностью фильтра выдержку необходимо увеличить на 30%.

Итого: 10+30=40% (сложных), т. е. без фильтра 5 сек.

10% от 5 сек. — 0,5 сек.; 5 сек. + 0,5 сек. = 5,5 сек.

10% от 5,5 сек. — 0,55 сек.; 5,5 сек. + 0,55 сек. = 6,05 сек.

10% от 6,05 сек. — 0,605 сек.; 6,05 сек. + 0,605 сек. = 6,655 сек.

10% от 6,655 сек. — 0,665 сек.; 6,655 сек. + 0,665 сек. = 7,320 сек.

Таким образом, 40% = 7,3 сек.

Следовательно, при введении голубого светофильтра плотностью равной 30, надо изменить выдержку с 5 до 7,3 сек.

Пользование таблицами можно пояснить некоторыми примерами.

1. Исходная выдержка 15 сек. Требуется определить выдержку при печати со светофильтрами 00 50 00. Увеличение выдержки составит: на плотность светофильтра — 50%, на 2 стекла — 10%, что составляет в сумме 60%. По таблице в столбце с исход-

ной выдержкой 15 сек., против 60% по горизонтали, находим выдержку, составляющую 26,5 сек.

2. Исходная выдержка 10 сек. Требуется определить выдержку при печати со светофильтрами 00 130 * 20. Увеличение выдержки составляет на плотность светофильтров 130%+20%=150% и на 6 стекол 30%, в сумме равно 180%. По таблице против 10 сек. по вертикали и 180% по горизонтали находим выдержку, составляющую 50,0 сек.

3. Исходная выдержка 5 сек. Требуется определить выдержку при печати со светофильтром 80 00 00. Увеличение выдержки составляет: на желтый светофильтр — 20% и на 2 стекла — 10%. По таблице против 5 сек. по вертикали и 30% по горизонтали находим выдержку, составляющую 6,7 сек.

Для точного отсчета выдержки необходимо применять автоматические электрочасы, включаемые в электросеть увеличителя или контактного аппарата. При отсутствии автоматических часов выдержку определяют по часам со светящимся циферблатом, а также по метроному. Можно пользоваться и обыкновенными часами, освещая их слабым зеленым светом, падающим только на часы.

Для ускорения подбора светофильтров и определения правильной выдержки можно рекомендовать следующий способ (см. табл. 108, стр. 346—347).

Печатают без корректирующих светофильтров сразу несколько проб с разными выдержками. Затем определяют, какая выдержка оказалась нормальной и какие необходимо применить корректирующие светофильтры. После этого печатают также несколько проб с несколькими различными комбинациями плотностей корректирующих фильтров и все вместе обрабатывают, а затем на свету определяют, какая комбинация фильтров оказалась наиболее удачной.

Быстрота нахождения правильной комбинации фильтров зависит от навыков.

Для облегчения печати рекомендуется к цветовому балансу негатива подбирать соответствующий цветовой баланс бумаги.

Например, при печати негатива с желто-зеленым балансом желательно применять бумагу с таким же балансом. В этом случае для достижения правильной цветопередачи требуется самая незначительная коррекция, так как преобладающий желто-зеленый цвет негатива способствует действию света в основном на малочувствительный средний эмульсионный слой бумаги, дающий пурпурное изображение.

В то же время высокочувствительные верхний и нижний эмульсионные слои, дающие соответственно желтое и голубое изображения, получат относительно меньшее количество света, нежели средний слой, благодаря чему отпечаток будет иметь почти правильное цветовоспроизведение и для исправления необходима лишь незначительная коррекция.

Цветовой баланс фотобумаги определяют следующим образом. Производят печать с черно-белого негатива на бумагу «Фотоцвет» и после обработки ее по преобладанию цветового оттенка

---

* Светофильтр с плотностью 130 получается сложением двух светофильтров с плотностью в 100 и 30.

Расчет выдержки при печати

Требуемое увеличение выдержки (в сложных процентах)	Исходная выдержка (в секундах)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
10	1,1	2,2	3,3	4,4	5,5	6,6	7,7	8,8	10	11	12	13	14,3	15,5	16,5
20	1,2	2,4	3,6	4,8	6,0	7,3	8,5	9,7	10,9	12,1	13,3	14,5	15,5	17,0	18,2
30	1,3	2,7	4,0	5,3	6,7	8,0	9,3	10,6	11,9	13,3	14,5	16,0	17,0	18,5	20,0
40	1,5	2,9	4,4	5,8	7,3	8,8	10,0	11,7	13,0	14,6	16,0	17,5	19,0	20,5	22,0
50	1,6	3,2	4,8	6,4	8,0	9,6	11,0	12,9	14,5	16,1	18,0	19,0	21,0	22,5	24,0
60	1,8	3,5	5,3	7,2	8,8	10,6	12,1	14,0	15,9	17,7	19,0	21,0	23,0	25,0	26,5
70	1,9	3,9	6,8	7,9	9,7	11,7	13,3	15,5	17,5	19,5	21,5	23,5	25,0	27,0	29,0
80	2,1	4,3	7,5	8,5	10,7	12,8	14,6	17,0	19,2	21,5	23,5	25,5	28,0	29,0	32,0
90	2,3	4,7	8,3	9,4	11,8	14,1	16,0	18,8	21,1	23,6	26,0	28,0	30,5	33,0	35,0
100	2,5	5,1	9,1	10,3	12,9	15,5	18,0	20,7	23,3	26,0	28,5	31,0	34,0	36,0	39,0
110	2,8	5,6	10,0	11,4	14,2	17,0	19,9	22,8	25,6	28,5	31,0	34,0	37,0	40,0	43,0
120	3,1	6,2	11,0	12,5	15,6	18,8	22,0	25,0	28,1	31,0	34,5	37,5	40,0	44,0	47,0
130	3,4	6,8	12,0	13,7	17,2	20,6	24,0	27,5	31 0	34,5	38,0	41,0	44,0	48,0	52,0
140	3,7	7,5	13,2	15,1	18,9	22,7	26,5	30,0	34,0	38,0	42,0	45,0	49,0	53,0	57,0
150	4,1	8,3	14 5	16,6	20,8	24,9	29,0	31,6	37,5	42,0	46,0	50,0	54,0	58,0	62,0
160	4,5	9,1	16,0	17,2	22,8	27,5	32,0	33,0	41,0	47,0	50,0	55,0	59,0	64,0	69,0
170	4,9	10,0	17,6	20,1	25,5	30,0	35,0	40,0	45,0	51,5	55,0	60,0	65,0	70,0	75,0
180	5,5	11,0	19,4	22,1	27,7	33,0	38,5	44,0	50,0	55,0	61,0	66,0	72,0	78,0	83,0
190	6,0	12,3	21,3	24,7	30,5	42,0	42,3	48,8	55,0	61,0	67,0	73,0	79,0	85,0	91,0
200	6,5	13,3	23,4	26,7	33,5	40,0	46,9	53,6	60,0	67,0	74,0	80,0	87,0	94,0	101,0

Требуемое увеличение выдержки (в сложных процентах)	Исходная выдержка (в секундах)																	
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	35	40	50
10	17,5	18,7	19,8	21,0	22,0	23,0	24,0	25,5	26,5	27,0	28,0	29,0	31,0	32,0	33,0	38,0	44,0	55,0
20	19,5	20,5	22,0	23,0	24,0	25,5	26,5	28,0	29,0	30,0	31,0	32,0	34,0	35,0	36,0	42,0	48,0	60,0
30	21,0	22,5	24,0	25,0	26,5	28,0	29,0	30,5	32,0	33,0	34,0	36,0	37,0	38,0	40,0	46,0	53,0	67,0
40	23,5	25,0	26,5	28,0	29,0	31,0	32,0	33,0	35,0	37,0	38,0	39,0	41,0	42,0	44,0	51,0	59,0	73,0
50	26,0	27,0	29,0	30,5	32,0	34,0	35,5	37,0	38,0	40,0	42,0	43,0	45,0	46,0	48,3	50,0	64,0	81,0
60	28,0	30,0	32,0	33,5	35,5	37,0	39,0	41,0	42,0	44,0	46,0	48,0	49,0	51,0	53,0	52,0	71,0	89,0
70	31,0	33,0	35,0	37,0	39,0	41,0	43,0	45,0	47,0	48,0	50,0	52,0	54,0	56,0	58,0	68,0	78,0	97,0
80	34,0	36,0	38,0	41,0	43,0	45,0	47,0	49,0	51,0	53,0	56,0	58,0	60,0	62,0	64,0	75,0	86,0	107
90	37,5	40,0	42,0	45,0	47,0	49,0	52,0	54,0	56,0	59,0	61,0	63,0	66,0	68,0	72,0	82,0	94,0	118
100	41,5	44,0	46,0	49,0	52,0	54,0	57,0	59,0	62,0	65,0	67,0	70,0	72,0	75,0	78,0	91,0	104	130
110	45,5	48,0	51,0	54,0	57,0	60,0	63,0	65,0	68,0	71,0	74,0	77,0	80,0	82,0	85,0	100	114	143
120	50,0	53,0	56,0	59,5	63,0	66,0	69,0	72,0	75,0	78,0	81,0	84,0	88,0	91,0	94,0	109	126	157
130	55,0	58,0	62,0	66,0	69,0	72,0	76,0	79,0	83,0	86,0	89,0	93,0	96,0	100	103	121	138	173
140	60,0	64,0	68,0	72,0	76,0	79,0	83,0	87,0	91,0	95,0	98,0	102	106	110	114	133	152	190
150	67,0	71,0	75,0	79,0	84,0	87,0	92,0	96,0	100	104	108	112	117	121	125	146	167	209
160	73,0	78,0	82,0	87,0	92,0	96,0	101	105	110	115	119	124	128	133	138	160	184	230
170	81,0	86,0	92,0	96,0	101	106	110	115	121	126	131	136	141	146	151	177	202	252
180	89,0	93,0	100	106	111	116	122	128	133	139	144	150	155	161	167	194	222	273
190	97,0	104	110	116	122	128	134	140	146	152	159	165	171	177	183	214	244	306
200	107	114	121	128	134	141	148	154	161	168	175	181	188	195	201	235	265	336

на полученном отпечатке определяют цветовой баланс фотобумаги. Печать и обработка ведутся в тех же условиях, в которых предполагается использование фотобумаги.

После получения откорректированного отпечатка с данного негатива печатают требующееся количество копий и проявляют в том же проявителе, в котором обрабатывали пробный отпечаток, принятый за эталон. В противном случае тон отпечатков может отличаться друг от друга.

В процессе печати (смена корректирующих светофильтров) и обработки цветной фотографической бумаги приходится пользоваться белым светом, поэтому для хранения неэкспонированной и экспонированной фотобумаги необходимо иметь светонепроницаемый ящик с двумя отделениями.

ОБРАБОТКА ЦВЕТОФОТОГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Меры предосторожности при работе с цветными проявителями

Применяемые в цветной фотографии проявляющие вещества диэтилпарафенилендиамин и этилоксиэтилпарафенилендиамин являются производными парафенилендиамина и, как последний, оказывают вредное действие на человеческий организм.

Необходимо отметить, что у диэтилпарафенилендиамина сернокислого вредное действие выражено значительно сильнее, нежели у этилоксиэтилпарафенилендиамина сернокислого.

При неосторожном обращении с этими веществами чаще всего происходят кожные заболевания (экземы).

Следует помнить, что вредное действие цветных проявителей может сказаться через несколько недель, а иногда и месяцев после начала работы. Поэтому с первого дня работы с цветными проявителями необходимо применять меры предосторожности, которые сводятся к следующему:

1) систематическая развеска проявляющих веществ в больших количествах при составлении проявителя должна производиться в вытяжном шкафу, так как проявляющие вещества чрезвычайно легко распыляются;

2) над рабочим столом в лабораториях, где производится проявление, желательно установить отсос воздуха;

3) работать с проявителями необходимо всегда в резиновых перчатках;

4) при попадании на кожу проявляющего вещества или раствора проявителя нужно удалить их ватой, промыть пораженный участок водой, а затем слабым раствором уксусной кислоты с последующим промыванием водой с мылом;

5) проявляющие растворы и вещества обязательно держать в тщательно закупоренной посуде

Составление и хранение растворов

Большое значение для качества цветного фотографического изображения имеет качество фотографических обрабатывающих растворов, которое зависит от условий их составления и хранения.

При составлении растворов и хранении их необходимо придерживаться следующих правил:

1) для составления растворов применяются качественные, предварительно проверенные химикалии;

2) составлять и хранить растворы в чистой, антикоррозирующей посуде, изготовленной из стекла, пластмасс или керамики;

3) вода для приготовления растворов должна быть чистой, не содержащей вредных примесей. Желательно применение дистиллированной воды;

4) температура применяемой воды 30—35°С;

5) необходимо полное растворение химикалий, входящих в рецепт обрабатывающего раствора;

6) растворы после их приготовления должны быть профильтрованы через матерчатые фильтры;

7) как посуда, так и фильтры должны быть предназначены всегда только для определенного раствора;

8) растворение химических веществ нужно производить в порядке, указанном в рецепте;

9) при составлении проявителя на дистиллированной или мягкой водопроводной воде применение гексаметафосфата натрия или двунатриевой соли этилендиаминтетрауксусной кислоты не требуется;

10) при отсутствии двунатриевой соли этилендиаминтетрауксусной кислоты она заменяется удвоенным количеством гексаметафосфата натрия;

11) после смешения и фильтрации растворов цветных проявителей настоятельно рекомендуется выстаивание в течение 24 час. Выстаивание производится в сосуде с открытой пробкой;

12) сохраняемость готового проявителя в хорошо закупоренной посуде, налитой доверху (имеется в виду бутыль, где площадь соприкосновения с воздухом очень маленькая),— несколько недель, в закрытой, но не заполненной бутыли — около одной недели. Использованный даже частично проявитель сохраняется 1—2 дня;

13) остальные растворы для обработки в налитой доверху и закрытой бутыли сохраняются несколько недель, в закрытой же, но не заполненной бутыли 8—14 дней. Использованные частично растворы сохраняются 2—3 дня;

14) смешивание сухого сульфита с сернокислым (или солянокислым) гидроксиламином не допускается, так как при этом может произойти реакция со взрывом;

15) при составлении проявляющего раствора рекомендуется раствор Б вводить в раствор А.

Защитное освещение при обработке цветофотографических материалов

При обработке цветофотографических материалов применяется специальное защитное освещение с учетом спектральной светочувствительности материала.

Для обработки цветофотографической негативной пленки и пленки с обращением применяется светофильтр № 170, имеющий кривую спектрального поглощения, изображенную на рис. 195.

Фонарь должен находиться не ближе, чем на 0,75 *м*.

Для обработки позитивной пленки и бумаги «Фотоцвет» применяется защитный светофильтр № 166 с кривой спектрального поглощения, также приведенный на рис. 195.

Во избежание засветки фонари необходимо снабжать лампами не более 40 *вт* и размещать их не ближе чем на 1 *м*.

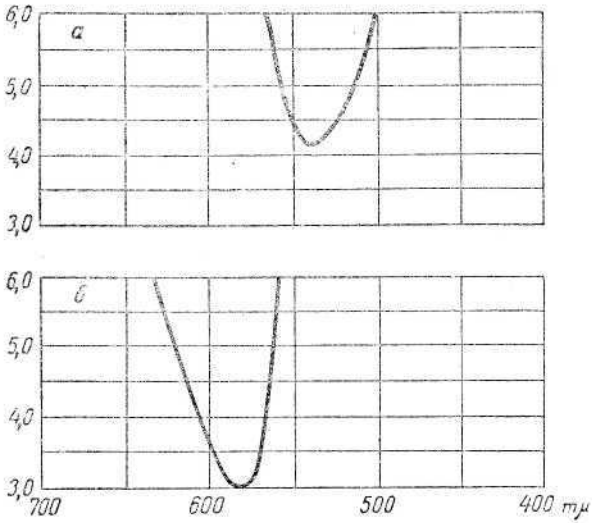


Рис. 195. Кривые спектрального поглощения защитных светофильтров для цветных фотоматериалов:

а — для негативной пленки; *б* — для позитивной пленки и фотобумаги

Иногда применяются светофильтры № 164 — для обработки позитивной пленки и бумаги «Фотоцвет» при применении неоновой лампы, а также № 165 — для тех же целей, но при применении натриевой лампы.

Особенности обработки цветофотографических материалов

Обработка цветофотографических материалов, несмотря на кажущуюся простоту, характеризуется рядом особенностей, вносящих затруднения, осложняющие получение цветных изображений надлежащего качества.

Прежде всего при обработке цветофотографических материалов крайне необходимы аккуратность и точное соблюдение режима обработки. Грязь, небрежность в работе и нарушение режима обработки всегда приводят к искажению цветопередачи и порче материалов.

Температурный режим и время обработки должны быть во время работы постоянны, так как отклонения сказываются на

цветопередаче изображения и исключают получение хороших цветных изображений.

Незадубленный эмульсионный слой цветофотографических материалов очень чувствителен к повышению температуры и продолжительности обработки.

Процесс обработки слагается из цветного проявления, обработки в останавливающем растворе (для позитивных материалов), отбеливания, фиксирования и промывок в воде после каждой операции.

Цветное проявление

Техника проявления цветофотографических материалов мало отличается от подобного процесса в черно-белой фотографии, хотя сам процесс имеет существенные особенности.

Цветное проявление заключается в образовании продуктами окисления проявителя и компонентами эмульсии красителей, образующих цветные изображения в эмульсионных слоях.

Проявление осуществляется специальными проявляющими растворами, содержащими проявляющее вещество, щелочь, сульфит, бромид, антиокислитель и смягчитель воды.

Из проявляющих веществ для проявления применяется сернокислая соль этилоксиэтилпарафенилендиамина или сернокислая соль диэтилпарафенилендиамина.

Проявляющее вещество, окрашивающее раствор в слабо красный цвет, легко растворимо в воде. Под действием кислорода воздуха раствор проявляющего вещества постепенно изменяет окраску на темнокрасную. Добавление щелочи повышает чувствительность к кислороду воздуха, раствор темнеет и становится коричневым с выделением при этом хлопьев.

Окрашивание проявителей под действием кислорода воздуха объясняется окислением проявляющего вещества, в результате чего снижается содержание последнего в проявителе и тем самым уменьшается его активность. Полностью окислившийся проявитель теряет способность проявления.

В цветной проявитель обязательно вводится щелочь для перевода проявляющего вещества в основание, которое и обладает проявляющей способностью.

Для целей цветного проявления применяется поташ. Другие щелочи не дают хороших результатов. Сода, например, сильно замедляет скорость проявления, едкие щелочи, наоборот значительно увеличивают скорость и дают грязные тона изображения.

Поташ не должен содержать примесей, особенно тиосульфата натрия и сульфидов. Незначительное содержание тиосульфата натрия вызывает вуаль, а присутствие сульфидов окрашивает цветное изображение в неприятный желтый цвет.

В практике работы фотолюбителей иногда приходится встречаться с отсутствием пригодного для приготовления цветного проявителя поташа. В подобных случаях заменяют поташ содой, тем более что сода обычно содержит меньше примесей, чем поташ.

Необходимо, однако, иметь в виду, что проявители поташом и содой не дают равноценных результатов. Поэтому применять соду следует лишь в случае отсутствия доброкачественного поташа.

Проявители с содой работают менее энергично и дают цветные изображения с пониженной насыщенностью.

Заменяя поташ, соды необходимо брать 120 *г*, остальные вещества берутся в прежних количествах. Приготовление и пользование проявителем обычное.

Так же, как и в проявителе для черно-белых материалов, в цветной проявитель добавляется сульфит, применяемый для повышения устойчивости проявителя к кислороду воздуха. Он прибавляется в меньших количествах, чем в черно-белой фотографии, так как процентное содержание сульфита в проявителе в значительной степени отражается на проявлении.

В цветные проявители входит также сернокислый или солянокислый гидроксиламин, вводимый для той же цели, что и сульфит.

Наличие сульфита и гидроксиламина сернокислого или солянокислого делает проявитель более устойчивым к окислению, нежели в присутствии одного из них. Проявитель, содержащий сульфит без гидроксиламина, окисляется кислородом воздуха значительно быстрее, чем в присутствии обоих веществ. Кроме того, такое сочетание помогает поддерживать на одинаковом уровне его активность более продолжительное время.

Растворять гидроксиламин необходимо отдельно от сульфита, так как смешивание их в твердом виде может вызвать реакции со взрывом. Можно также работать проявителем, составленным без гидроксиламина.

Цветные проявители обычно содержат бромистый калий, роль которого та же, что и в черно-белой фотографии. Изменение концентрации бромистого калия в проявителе сильно влияет на процесс проявления, меняя скорость, а также значение контраста и вуали.

Использование для составления проявителей жесткой воды приводит к выпаданию и осаждению на поверхности фотографического слоя сернокислого кальция, вызывающего появление кальциевой сетки. Поэтому необходимо удалить из воды кальциевые соли или образовать комплексную соль кальция, хорошо растворимую в воде. Этим целям и служит вводимая в проявитель двунатриевая соль этилендиаминтетрауксусной кислоты. С этой же целью применяют для смягчения воды натрийгексаметафосфат.

При составлении проявителей на мягкой воде отпадает необходимость добавления смягчителей.

В процессе цветного проявления действие проявителей изменяется в результате уменьшения концентрации проявляющего вещества и сульфита, а также увеличения концентрации бромида, снижающего активность раствора.

Изменение работоспособности проявителя влечет за собой изменение цветопередачи и повышение вуали.

При проявлении необходимо строго соблюдать время и температуру, указанные в режиме обработки. Обычно температура проявителя должна быть $18° \pm 0{,}5°$. Повышение температуры проявления может вызвать сползание эмульсии, так как эмульсия цветных фотоматериалов не содержит дубителей. Кроме того, при повышении температуры увеличивается контраст изображения и вуаль. При понижении температуры уменьшается плотность изображения.

В процессе проявления необходимо следить за движением проявителя, которое должно быть всегда постоянным.

При понижении активности проявителя необходимо восстановить ее и поддерживать на постоянном уровне в течение всего времени работы. Для этого в проявитель вводят добавок, состоящий из такого же свежего проявителя без бромистого калия, так как в проявителе концентрация бромидов и без того достаточно высока.

Прекращение проявления (для позитивных материалов)

По окончании проявления производится сразу тщательная промывка, затем следует обработка в останавливающем растворе.

Основное назначение останавливающей ванны заключается в растворении незасвеченного бромистого серебра.

Возможно применение останавливающих ванн различного состава, о чем будет сказано в рецептуре.

Отбеливание

Отбеливанию подвергаются промытые изображения. Процесс отбеливания заключается в обработке изображения отбеливающим раствором для превращения металлического серебра изображения, находящегося в эмульсионном слое совместно с цветным и подлежащего удалению, в другое соединение, легко растворимое тиосульфатом натрия.

Обычно для отбеливания используют красную кровяную соль, превращающую металлическое серебро в белое железосинеродистое серебро. В состав отбеливающей ванны можно вводить фосфаты для придания постоянства скорости отбеливания.

Температура отбеливающего раствора должна поддерживаться на уровне 17—18°; время отбеливания определяется режимом обработки.

Кроме простых отбеливающих растворов, применяются дубящие отбеливающие растворы, обработка в которых повышает температуру плавления эмульсионного слоя.

При отбеливании плохо промытого изображения, содержащего невымытое проявляющее вещество, возникает общая цветная вуаль.

Фиксирование

Фиксирующие растворы по своему составу не отличаются от применяемых в черно-белой фотографии и предназначаются для удаления серебра, содержащегося в цветных фотоматериалах. После фиксирования цветофотографические материалы не содержат серебра, и изображение состоит только из красителей.

Кислые фиксажи в цветной фотографии не употребляются, так как они обесцвечивают цветное изображение.

Кроме тиосульфата натрия, фиксирующие растворы могут содержать хлористый аммоний, употребляемый для ускорения фиксирования. Эффект достигается при пользовании лишь свежим фиксирующим раствором с хлористым аммонием.

Процесс фиксирования продолжается 5—6 мин.

При обработке цветных позитивных материалов могут быть применены дубящие фиксирующие растворы.

Промывки

Промывки при обработке цветофотографических материалов имеют очень большое значение и от качества их в значительной мере зависит конечный результат. Плохо проведенная промывка часто ведет к образованию вуали, отсутствию чистоты цветных тонов изображения и т. д. В зависимости от примененной рецептуры обработки количество промывок колеблется от 2 до 4.

Проведение промывок необходимо для вымывания из эмульсионного слоя обрабатывающих веществ и исключения их вредного действия на цветное изображение.

Промывка после проявления (кроме позитивной пленки). После проявления следует первая промежуточная промывка, проводящаяся для вымывания проявителя. Во время промывки происходит последующее допроявление. Повышение температуры промывной воды и малая скорость ее движения повышают вуаль.

Для промывки рекомендуется применение жесткой воды.

Во избежание повышения вуали промывку необходимо производить интенсивно при температуре не выше 13° для мягкой воды и не выше 16—18° для жесткой (колодезной, артезианской) воды. Такая температура промывной воды и интенсивная промывка (душевая, с интенсивным движением воды) способствует хорошему вымыванию проявляющего вещества. Следует учесть, что проявляющее вещество трудно вымывается; следы его, оставшиеся в светочувствительном слое, могут вызвать общую цветную вуаль.

Промывка после останавливающей ванны (для позитивных материалов). После обработки в останавливающем растворе следует обычно промывка от содержащихся в слоях фосфатов и тиосульфата натрия (в зависимости от рецепта). Температура воды должна быть такой же, как и в остальных случаях.

Промывка после отбеливания. Промывка после отбеливания производится для удаления веществ, составляющих отбеливающие растворы, с соблюдением условий предыдущих промывок.

Остатки невымытых веществ отбеливающих растворов не вызывают вуали или каких-либо других изменений в изображении.

Окончательная промывка. Окончательная промывка производится после фиксирования и заключается в удалении из слоев веществ обрабатывающих растворов. После промывки в слоях никаких веществ, кроме красителей, не должно быть. Нарушение установленного времени окончательной промывки в конечном счете сказывается на сохранности цветного изображения.

Сушка

Сушка должна производиться чистым и сухим воздухом, исключающим попадание на изображение грязи.

Для пленок, как и для бумаг «Агфаколор», необходима быстрая сушка, так как при медленной сушке происходит изменение цветового баланса. Температура воздуха при нормальной влажности должна быть не выше 35°.

Обработка цветофотографических негативных пленок

Обработка негативных пленок заключается в химическом воздействии обрабатывающих растворов на эмульсионный слой.

Таблица 109

Последовательность и условия обработки негативной пленки

Последовательность операций	Наименование операций	Время обработки (в минутах)	Температура раствора (в градусах)	Цель обработки
1	Цветное проявление	6--8	18±0,5	Проявление серебряного и цветного изображения
2	Промежуточная промывка	15	Не выше 15	Дальнейшее проявление серебряного и цветного изображения и вымывание химикалиев проявителя
3	Отбеливание	5	15—18	Превращение серебра изображения и фильтрового слоя в железосинеродистое серебро
4	Промежуточная промывка	5	Не выше 15	Вымывание химикалиев отбеливающей ванны
5	Фиксирование	5	12—18	Растворение незасвеченного галоидного серебра, отбеленного серебра изображения и фильтрового слоя. Обесцвечивание противоореольного слоя
6	Окончательная промывка	20	Не выше 15	Окончательное вымывание химикалиев обрабатывающих растворов

Указанные в таблице продолжительность обработки пленок в обрабатывающих растворах, а также температура этих растворов гарантируют при соблюдении прочих условий получение негатива с правильным цветоделением.

Отступление от приведенных режимов вызывает искажение цветопередачи, а нередко и порчу негативов (пузырение эмульсионного слоя, вуаль, сползание эмульсионных слоев — полное или частичное).

Для обработки негативных пленок применяются специальные и обрабатывающие растворы, рецептура которых не отличается таким многообразием, как в процессе обработки черно-белых фотоматериалов.

Проявляющий раствор

Раствор А

Двунатриевая соль этилендиаминтетрауксусной кислоты	1 *г*
Гидроксиламин солянокислый	1,2 *г*
Диэтилпарафенилендиамин сернокислый	2,75 *г*
Вода	до 500 *см*³

Раствор Б

Двунатриевая соль этилендиаминтетрауксусной кислоты	1 *г*
Поташ	75 *г*
Сульфит натрия безводный	2 *г*
Калий бромистый	2,5 *г*
Вода	до 500 *см*³

Для составления рабочего раствора смешивают растворы А и Б в равных объемах. При применении дистиллированной воды можно не вводить соль этилендиаминтетрауксусной кислоты.

Отбеливающие растворы

Для отбеливания применяют растворы различного состава:

I. Красная кровяная соль	50 *г*
Натрий хлористый	50 *г*
Вода	до 1 000 *см*³
II. Калий фосфорнокислый однозамещенный	5,8 *г*
Натрий фосфорнокислый двузамещенный	4,3 *г*
Красная кровяная соль	100 *г*
Вода	до 1 000 *см*³
III. Красная кровяная соль	80 *г*
Калий бромистый	12 *г*
Вода	до 1 000 *см*³

Фиксирующий раствор

Гипосульфит кристаллический	200 *г*
Вода	до 1 000 *см*³

Фиксирование можно проводить также в быстром фиксирующем растворе следующего состава:

Тиосульфат натрия кристаллический	250 *г*
Аммоний хлористый	60 *г*
Вода	до 1 000 *см*³

Раствор быстрого фиксажа применяют только свежеприготовленный.

Увеличение времени цветного проявления приводит к увеличению контраста негатива.

Так как контраст цветного негатива не должен быть большим, то путем длительной промывки после проявления, во время которой идет дополнительное проявление, добиваются сохранения низкого контраста.

Плохая циркуляция и высокая температура промывной воды способствуют повышению вуали.

При обработке цветных негативных материалов необходимо помнить, что тщательная промывка после фиксирования способствует лучшей сохраняемости негатива.

Во время промывок может наблюдаться пузырение и даже сползание эмульсионных слоев. Уменьшению сползания слоев в значительной степени способствует промывка в холодной (не выше 12°) и артезианской воде. Промывка в холодной и в особенности артезианской воде сильно уменьшает набухаемость слоев, что также предохраняет от сползания.

При обработке цветофотографических материалов, в том числе и негативных, приходится сталкиваться с неожиданными результатами, причиной которых является промывная вода. Так, после сильных дождей промывная вода может иметь явно щелочную или кислую реакцию (что зависит от состава почвы в данной местности); в последнем случае промывная вода вызовет красную вуаль и покраснение изображения, неисправимое при печати.

О мерах устранения подобного дефекта смотрите стр. 378.

Приводим нормы расходования растворов для обработки негативных материалов без ущерба для качества цветного негативного изображения.

Таблица 110

Количество негативных материалов, которое можно обработать в 1 л обрабатывающих растворов

Обрабатывающие растворы	35-мм или катушечная 6-см пленка (катушки)	Форматная пленка 9×12 см (листы)
Проявляющий раствор	6—7	40
Отбеливающий »	13—14	80
Фиксирующий »	13—14	80

Указанные нормы расходования обрабатывающих растворов являются средними. При обработке пленок иных форматов необходимо произвести соответствующий перерасчет. Для работы применяется такой объем обрабатывающих растворов, который необходим для полного погружения в него фотоматериалов. Для компенсации уноса растворов практикуется прибавление свежих растворов из расчета 25—30 $см^3$ после обработки одной малоформатной или катушечной пленки и 40—45 $см^3$ после обработки 5 листов форматной пленки 9×12 *см*.

Техника обработки негативных пленок

Проявление и первая промывка негативной пленки производятся либо в темноте, либо при соответствующем лабораторном освещении, либо в закрытых бачках на свету. Вся дальнейшая обработка может производиться на свету, который не должен быть очень ярким.

Обработка катушечной и 35-*мм* пленки производится в бачках обычного типа и по технике не отличается от бачковой обработки черно-белой пленки.

Для контролирования продолжительности операции удобно иметь звонковые часы или медицинские процедурные часы, на которых можно заранее установить сигналы окончания обработки фотоматериала сразу по всем или нескольким операциям. В крайнем случае контроль можно осуществлять при помощи обычных часов, хотя это и менее удобно.

Проявление форматных пленок и последующая их обработка могут быть проведены в обычных кюветах или в специальных бачках.

При кюветной обработке желательно применение приспособлений, описанных для проявления бумаги. При бачковой обработке применяются также специальные рамки из пластмасс.

Промывка пленок производится с обеспечением хорошей циркуляции воды.

Температурный контроль осуществляется с помощью термометра для измерения температуры растворов или воды непосредственно в бачках или кюветах.

Регулирование температуры производится при помощи термостатирования.

Сушка негативных пленок

Сушка обработанных цветных негативов производится так же, как и обычных. Необходимо лишь помнить, что нельзя производить сушку цветных негативов при высокой температуре воздуха. Желательна быстрая сушка, иначе происходит некоторое изменение цветового баланса негатива, правда, исправимого при печати.

Хранение цветных негативов

Негативы желательно хранить в специально изготовленных для этой цели бумажных пакетах из кальки или пергамента, открытых с обеих сторон. В этом случае можно отбирать необходимые негативы, не вынимая их из пакета и предохраняя от царапин и других повреждений.

При хранении негативов подобным способом 35-*мм* и роликовая пленка разрезается на куски длиной 25—30 *см*, негативы помещаются в бумажные пакеты, которые в свою очередь должны храниться в коробке или конверте соответствующего размера.

Готовые негативы на 35-*мм* пленке можно хранить и в коробочке в свернутом состоянии, предварительно завернув их в мягкую бумагу, хотя такой способ хранения менее надежен, чем в конвертах (царапины).

Негативы на форматной пленке хранятся в бумажных или целофановых конвертах.

Во всех случаях рекомендуется для удобства нахождения нужного негатива на упаковке делать надпись с его названием.

Обработка пленок с обращением

Цветофотографическая пленка с обращением предназначается для получения цветных диапозитивов.

Таблица 111

Последовательность и режимы обработки пленок с обращением

Последовательность операций	Наименование операций	Продолжительность обработки (в минутах)	Температура растворов (в градусах)	Назначение операции
1	Негативное проявление (черно-белое)	35	18±1	Проявление цветоделенных серебряных изображений
2	Промежуточная промывка	25	не выше 15	Вымывание химикалиев проявителя
3	Засветка	5	—	Образование позитивных цветоделенных изображений
4	Цветное проявление	11	18±0,5	Проявление цветоделенных серебряных и цветных изображений
5	Промежуточная промывка	25	не выше 15	Вымывание химикалиев цветного проявителя
6	Отбеливание	5	12—18	Превращение металлического серебра изображения, фильтрового и противоореольного слоев в железосинеродистое, растворимое в фиксаже
7	Промежуточная промывка	5	не выше 15	Вымывание химикалиев отбеливающей ванны
8	Фиксирование	5	10—18	Растворение отбеленного серебра изображения, фильтрового и противоореольного слоев
9	Окончательная промывка	20	не выше 15	Окончательное вымывание химикалий обрабатывающих растворов

Рецептура обрабатывающих растворов для пленок с обращением

Как видно из последовательности операций, обработка пленок с обращением отличается лишь наличием черно-белого проявления. В связи с этим ниже приводится рецептура негативных (черно-белых) проявителей для пленки с обращением:

Раствор негативного (амидолового) проявителя

Сульфит натрия безводный	50 *г*
Амидол	5 *г*
Калий бромистый	1 *г*
Вода	до 1 000 *см*³

При использовании жесткой воды необходимо перед растворением составных частей проявителя растворять в ней 1 *г* двунатриевой соли этилендиаминтетрауксусной кислоты или 2 *г* гексаметафосфата натрия.

Амидоловый проявитель готовят непосредственно перед применением.

Остальные растворы для обработки пленок с обращением применяются такие же, как и для негативных пленок.

Для черно-белого проявления пленок с обращением можно рекомендовать также метолгидрохиноновый проявитель.

Метолгидрохиноновый проявитель

Сульфит натрия безводный	25 *г*
Метол	2 *г*
Гидрохинон	4 *г*
Сода безводная	19 *г*
Калий бромистый	2 *г*
Вода	до 1 000 *см*³

Продолжительность негативного (черно-белого) проявления в таком проявителе 30—35 мин.

Приводим нормы расходования растворов для обработки пленок с обращением.

Таблица 112

Количество пленок с обращением, которое можно обработать в 1 *л* обрабатывающих растворов

Обрабатывающие растворы	35-*мм* или катушечная 6-*см* пленка (катушки)	Форматная пленка 9 × 12 *см* (листы)
Черно-белый проявитель	3—4	15—20
Цветной проявитель	6—7	35—40
Отбеливающий раствор	13—14	75—80
Фиксирующий раствор	13—14	75—80

Техника обработки пленок с обращением

Техника обработки пленок с обращением почти такая же, что и техника обработки негативной пленки и отличается от нее лишь в некоторых деталях. Следует отметить необходимость строгого соблюдения режима обработки пленки с обращением, так как в способе с обращением нет возможности производить коррекцию цветопередачи из-за отсутствия процесса печати.

Засветка пленки с обращением, производимая после первой промывки, является весьма существенной операцией, влияющей на качество цветного диапозитива. Для засветки пленка протирается с обеих сторон от избытка воды влажной губкой или замшей и кладется перед источником света эмульсионным слоем вверх. Для засветки применяются сильные источники света (электролампа мощностью 500 *вт* или дневной рассеянный свет). Во время засветки засвечивается галоидное серебро, не подвергавшееся действию света при фотографировании.

Необходимо следить, чтобы во время засветки не происходило потемнение непроявленных мест пленки, так как в противном случае при цветном проявлении в этих местах образуется меньше красителя изображения и насыщенность цветного диапозитива будет низкая.

Чтобы эмульсионный слой не расплавился от теплового действия источника света, пленку располагают на расстоянии 50—75 *см* от лампы. Для обеспечения полной засветки необходимо переворачивать пленку эмульсионной и обратной стороной к источнику света.

После засветки вся дальнейшая обработка производится при слабом белом свете.

Сушка и хранение цветных диапозитивов подобны описанным для цветных негативов.

Способы исправления цветопередачи цветных диапозитивов

Цветные диапозитивы могут иметь искажение цветопередачи в виде нежелательного цветного оттенка (желтого, пурпурного, голубого) вследствие отклонений в условиях фотографирования, обработки или в качестве пленки.

В подобных случаях возможно переисправление цветопередачи путем применения при проекции светофильтров, цвет которых должен быть дополнительным к цвету устраняемого оттенка, или путем окрашивания цветного диапозитива раствором красителя в дополнительный к устраняемому оттенку цвет.

Указанные способы исправления хотя и очень просты, но пригодны лишь для устранения незначительных искажений. При интенсивном окрашивании исправляется передача лишь в некоторых местах изображения.

Голубой оттенок обычно исправляется при проекции полуваттными лампами.

Исправление цветопередачи диапозитивов можно производить и другим путем, заключающимся в ослаблении цветоделенных позитивных изображений. Следует учесть, что исправление вле-

чет за собой некоторое снижение общей плотности изображения. Лучшие результаты получаются при ослаблении правильно экспонированных диапозитивов. Приводим рецепты ослабителей.

Ослабители для желтого оттенка

I. Хлевокислый натрий	10 *г*
Вода	200 *см*³

Продолжительность ослабления 2—8 мин.

II. Медь сернокислая кристаллическая	2 *г*
Аммиак 25% (уд. вес 0,91)	3 *см*³
Вода	200 *см*³

Для ослабления раствор разбавляется водой 1 : 10. Продолжительность ослабления 1—4 мин.

Ослабление желтого оттенка сопровождается легко наблюдаемым изменением цвета, поэтому степень ослабления определяется визуально.

Ослабители для пурпурного оттенка

Раствор А

I. Хлоргидрат метааминобензойной кислоты	2 *г*
Вода	200 *см*³

Раствор Б

Бура	4 *г*
Вода	200 *см*³

Продолжительность обработки в растворе А составляет 2—6 мин. Затем следует промывка в течение 1—2 мин. и обработка в растворе Б 2—4 мин.

Раствор А

II. Кислота соляная концентрированная	4 *см*³
Вода	200 *см*³

Раствор Б

Натрий фосфорнокислый трехзамещенный	2 *г*
Вода	200 *см*³

Продолжительность обработки в растворе А 1—3 мин. Затем промывка 1—2 мин. и обработка в растворе Б 2—6 мин.

При обработке в растворе А ослабителя для пурпурного оттенка происходит сильное изменение цвета, так как остается лишь слабое пурпурное изображение. В растворе Б происходит восстановление цвета изображения. Ослабленный диапозитив становится более светлым и менее контрастным.

Ослабители для голубого оттенка

I. Натрий углекислый безводный . . .	0,4 *г*
Ацетанилид (антифебрин)	0,8 *г*
Вода	200 *см*³

Приготовление раствора производится на горячей воде. Продолжительность обработки 1—4 мин.

Раствор А

II. Перекись водорода . . . . (3%-ный раствор)

Раствор Б

Натрий едкий	4 *г*
Вода	200 *см*³

Перед употреблением приготовляют рабочий раствор:

Раствор А	40 *см*³
Раствор Б	40 *см*³
Вода	200 *см*³

Продолжительность ослабления 1—4 мин.

Ослабление голубого оттенка сопровождается легко наблюдаемым изменением цвета, поэтому степень ослабления определяется визуально. Ослабленный диапозитив становится несколько светлее.

Техника обработки цветных диапозитивов ослабителями

Перед ослаблением диапозитивы погружаются на 15—20 мин. в воду, имеющую температуру 16—18°С. В процессе ослабления необходимо обеспечить перемешивание раствора, температура которого должна быть 16—18°С. Ослабление диапозитивов производится в кюветах, лучше всего обеспечивающих визуальный контроль процесса ослабления.

После ослабления необходимо произвести тщательную промывку диапозитива в проточной воде. Обычно это продолжается 15—20 мин.

При недостаточном ослаблении повторной обработкой можно достигнуть желаемого результата. Излишнее ослабление исправить нельзя.

При необходимости (например, красный оттенок на диапозитиве) ослабление производится последовательно в двух соответствующих ваннах.

Таблица 113

Применение ослабителей

Ослабляемый оттенок диапозитива	Количество применяемых ослабителей	Какие ослабители применяются
Желтый	1	Ослабитель для желтого изображения
Пурпурный	1	» » пурпурного »
Голубой	1	» » голубого »
Красный	2	Ослабители для желтого и пурпурного изображений
Синий	2	Ослабители для пурпурного и голубого изображений
Зеленый	2	Ослабители для желтого и голубого изображений

Отделка и хранение цветных диапозитивов

Цветные пленочные изображения предназначены для рассматривания их в проходящем свете, поэтому они окантовываются между стеклами и демонстрируются в виде диапозитивов. Хранение аналогично цветным изображениям на фотобумаге или на позитивной пленке.

Обработка фотобумаги

Таблица 114

Продолжительность и условия обработки фотобумаги

Обрабатывающая ванна	Время обработки (в минутах)	Температура растворов и воды (в градусах)	Цель обработки
Цветной проявитель	3	18±0,5	Образование видимого серебряного и цветного изображений
Промежуточная промывка	10	Не выше 15	Вымывание химикалий проявителя
Останавливающая ванна	5	17—18	Прекращение проявления и частичное растворение невосстановленного галоидного серебра
Промывка	5	Не выше 15	Вымывание химикалий останавливающей ванны
Отбеливающая ванна	5	17—18	Превращение серебра изображения, а также серебра фильтрового слоя в железосинеродистое серебро, растворимое в фиксаже
Промывка	5	Не выше 15	Вымывание химикалий отбеливающей ванны
Фиксирование	5	17—18	Растворение железосинеродистого серебра и остатков галоидного
Окончательная промывка	20	Не выше 15	Вымывание химикалий фиксирующей ванны

Рецептура для обработки фотобумаги

В настоящее время существует сравнительно большое количество рецептов обрабатывающих растворов, но необходимо отметить целесообразность выбора одного рецепта, которым и следует пользоваться при работе для достижения положительных результатов.

Ниже приводится стандартный рецепт проявителя для обработки цветных фотографических бумаг. Составленные по этому рецепту растворы дают хорошие результаты.

Проявитель

Раствор А

Гидроксиламин сернокислый	2 *г*
Этилоксиэтилпарафенилендиамин сернокислый	4,5 *г*
Вода	до 500 *см*³

Раствор Б

Двунатриевая соль этилендиаминтетрауксусной кислоты	2 *г*
Поташ	80 *г*
Сульфит натрия безводный	0,5 *г*
Калий бромистый	0,5 *г*
Вода	до 500 *см*³

В процессе проявления происходит истощение проявителя. Для поддержания активности проявителя (при массовом проявлении) необходимо периодическое добавление в проявитель добавочного раствора.

Раствор А

Гидроксиламин сернокислый	2 *г*
Этилоксиэтилпарафенилендиамин сернокислый	6,5 *г*
Вода	до 100 *см*³

Раствор Б

Двунатриевая соль этилендиаминтетрауксусной кислоты	2 *г*
Поташ	80 *г*
Сульфит натрия безводный	0,5 *г*
Вода	до 900 *см*³

Составление добавочного раствора производится в том же порядке, что и основного проявителя.

Рабочий раствор проявителя при применении добавочного подлежит замене после недельной работы.

Останавливающий раствор

Раствор А

Калий фосфат первичный	9 *г*
Натрий фосфат вторичный	9 *г*
Вода	до 500 *см*³

Раствор Б

Гипосульфит	160 *г*
Вода	до 600 *см*³

Отбеливающий раствор

Раствор А

Красная кровяная соль	20 *г*
Вода	до 500 *см*³

Раствор Б

Калий фосфат первичный	12 *г*
Натрий фосфат вторичный	8 *г*
Вода	до 500 *см*³

Фиксирующий раствор (дубящий)

Раствор А

Уксуснокислый натрий	60 *г*
Гипосульфит	80 *г*
Вода	до 500 *см*³

Раствор Б

Квасцы алюмокалиевые	30 *г*
Вода	до 500 *см*³

При нарушении порядка растворения и смешения тиосульфата натрия с квасцами без уксуснокислого натрия раствор имеет мутно-молочный вид (выпадение серы из тиосульфата натрия).

Можно применять простой фиксаж.

Улучшение насыщенности цветных изображений на бумаге в процессе проявления

В некоторых случаях цветной отпечаток имеет вялые, мало насыщенные цвета (особенно это относится к красным и пурпурным тонам). Избежать подобных дефектов можно в процессе проявления рядом способов:

1) проявление отпечатков ведут в проявителе, в котором концентрация проявляющего вещества в полтора раза выше обычной;

2) увеличивают время проявления отпечатков с соответствующим изменением продолжительности первой промывки;

От обычного проявления данный способ отличается только тем, что вместо 3 мин. проявление продолжается 6 мин., а промывка после проявления длится вместо 10 мин. только 3 мин.;

3) увеличивают скорость проявления путем увеличения концентрации поташа в проявителе (до 120 *г* вместо 80 *г*).

Некоторые фотолюбители достигают повышения насыщенности путем обработки отпечатков в проявителе при температуре 20°С. Остальные условия обработки обычные.

Необходимо отметить, что этот способ не может быть рекомендован, хотя и является самым простым и экономичным, не требующим приготовления специального проявителя. Причиной является слабое держание эмульсионного слоя на бумаге, вследствие чего имеется опасность сползания эмульсии во время обработки.

Выбор того или иного способа предоставляется самому фотолюбителю, исходя из его возможностей.

Указанные способы проверены практикой работы фотолабораторий и фотолюбителей.

Ускоренные и упрощенные методы обработки фотобумаг

Существует несколько методов ускоренной и упрощенной обработки.

Ускорение процесса обработки обычно достигается сокращением продолжительности промежуточных промывок, что безусловно сказывается на некотором снижении качества обрабатываемых цветных изображений. То же самое можно сказать и об упрощении рецептуры обработки.

Недостатками некоторых методов является ухудшение сохраняемости обрабатывающих растворов, а также повышение вуали в белых местах изображения.

При необходимости обеспечить быструю обработку, пренебрегая указанными недостатками, можно пользоваться упрощенными и ускоренными способами обработки, получая удовлетворительные результаты.

Сокращая время промывок, необходимо увеличивать интенсивность движения воды в промывных ваннах.

Двухрастворный метод. Несмотря на простоту и значительное ускорение процесса обработки, двухрастворный метод не находит широкого применения ввиду быстрой истощаемости и дефицитности отбеливающей фиксирующей соли.

Проявление производится в обычном цветном проявителе в течение 3 мин. с последующей 10-минутной промывкой. Затем следует отбеливание и фиксирование в одном растворе следующего состава:

Соль трехвалентного железа и этилендиаминтетрауксусной кислоты	89 *г*
Поташ	18 *г*
Калий бромистый	25 *г*
Гипосульфит	120 *г*

Продолжительность обработки 6 мин., промывки — 20 мин.

Ускоренный метод обработки I

Проявитель

Раствор А

Этилоксиэтилпарафенилендиамин сернокислый	4,5 *г*
Вода	до 50 *см*³

Раствор Б

Сульфит безводный	0,5 *г*
Калий бромистый	2 *г*
Поташ	78 *г*
Гидроксиламин	2 *г*
Вода	до 950 *см*³

Продолжительность проявления 3 мин., промывки — 15 сек.

Останавливающий раствор

Тиосульфат натрия	250 *г*
Аммоний хлористый	60 *г*
Натрий уксуснокислый	100 *г*
Кислота уксусная (80%-ный раствор)	10 *см*³
Вода	до 1 000 *см*³

Продолжительность обработки 2,5 мин., промывки — 15 сек.

Отбеливающий раствор

Красная кровяная соль	100 *г*
Калий фосфат первичный	4,3 *г*
Натрий фосфат вторичный	5,8 *г*
Вода	до 1 000 *см*³

Перед употреблением раствор необходимо разбавить водой в отношении 1 : 10. Продолжительность обработки 3 мин., промывки — 2 мин.

Фиксирующий раствор

Гипосульфит	250 *г*
Аммоний хлористый	50 *г*
Гидросульфит натрия	0,5 *г*
Вода	до 1 000 *см*³

Продолжительность фиксирования составляет 1,5 мин., промывки — 15 мин.

При необходимости улучшить результаты нужно увеличить продолжительность промывки после проявления с 15 сек., что явно недостаточно, до 5—8 мин.

Ускоренный метод обработки II

Проявление производится в проявителе обычного состава в течение 3 мин., после чего следует интенсивная промывка в течение 1 мин.

Останавливающий раствор

Тиосульфат натрия	250 *г*
Аммоний хлористый	50 *г*
Калий метабисульфит	25 *г*
Вода	до 1 000 *см*³

Продолжительность обработки 2 мин., промывки — 1 мин.

Отбеливание производится в отбеливающем 2%-ном растворе красной кровяной соли в продолжении 1½ минуты, после чего отпечатки промываются в течение 1 мин.

Фиксирующий раствор

Тиосульфат натрия	250 *г*
Сода безводная	30 *г*
Вода	до 1 000 *см*³

Продолжительность фиксирования 2 мин. Далее производится, как обычно, окончательная промывка.

Упрощенный метод обработки I

Проявитель

Раствор А

Гидроксиламин сернокислый	2 *г*
Этилоксиэтилпарафенилендиамин сернокислый	4,5 *г*
Вода дистиллированная	до 500 *см*³

Раствор Б

Поташ	75 *г*
Сульфит безводный	0,5 *г*
Калий бромистый	0,5 *г*
Вода дистиллированная	до 500 *см*³

Останавливающий раствор

Натрий бензосульфиновокислый . .	2 *г*
Натрий фосфат вторичный	10 *г*
Калий фосфат первичный	10 *г*
Тиосульфат натрия	200 *г*
Вода	до 1 000 *см*³

Отбеливающий раствор

Красная кровяная соль	50 *г*
Натрий хлористый	50 *г*
Вода дистиллированная	до 1 000 *см*³

Фиксирующий раствор

Раствор А

Квасцы алюмокалиевые	30 *г*
Вода дистиллированная	до 800 *см*³

Раствор Б

Натрий уксуснокислый	60 *г*
Тиосульфат натрия	80 *г*
Вода дистиллированная	до 200 *см*³

Продолжительность обработки во всех растворах обычная.

Упрощенный метод обработки II

Проявитель

Раствор А

Гидроксиламин сернокислый	2 *г*
Этилоксиэтилпарафенилендиамин сернокислый	4,5 *г*
Вода	до 500 *см*³

Раствор Б

Сульфит безводный	0,5 *г*
Калий бромистый	0,5 *г*
Поташ	75 *г*
Вода	до 500 *см*³

Продолжительность обработки и промывки обычные.

Останавливающий раствор

Тиосульфат натрия	250 *г*
Вода	до 1 000 *см*³

Продолжительность обработки 5 мин., промывки — 5 мин.

Отбеливающий раствор

Красная кровяная соль	15 *г*
Натрий хлористый	20 *г*
Вода	до 1 000 *см*³

Продолжительность обработки 4 мин., промывки — 4 мин.

Фиксирующий раствор

Тиосульфат натрия	250 *г*
Вода	до 1 000 *см*³

Продолжительность фиксирования 5 мин., промывки — 20 мин.

При данном методе обработки значение вуали несколько выше, чем обычно.

Главное преимущество заключается в простоте и доступности рецептуры. Кроме того, 25%-ный раствор тиосульфата натрия, налитый в одну кювету, служит останавливающей и фиксирующей ванной. Таким образом, требуется три кюветы (вместо четырех) для проведения всего процесса обработки при той же последовательности.

Нормы расходования растворов на 1 *м*² (100 листов 9×12 *см*) бумаги «Фотоцвет» следующие:

Проявитель	2 *л*
Останавливающий раствор	1 *л*
Отбеливающий раствор	0,5 *л*
Фиксаж	0,5 *л*

Техника обработки фотобумаги

Обработка фотобумаги может производиться в кюветах или в бачках, изготовленных из пластмасс, стекла, фаянса. Пригодны также кюветы и бачки металлические эмалированные. В этом случае необходимо следить за отсутствием повреждений эмалировки.

Для промывки пригодны также ванны из нержавеющей стали и оцинкованного железа, хорошо выкрашенные нитролаком.

При кюветном проявлении отпечатки накалываются на специальные пластины из гибкой пластмассы по размеру кюветы (рис. 196).

При бачковом проявлении отпечатки могут накалываться на пластины, употребляемые в кюветном проявлении, но в несколько измененном виде (рис. 197), и вставляться в корзину из пластмассы (рис. 198) и затем уже опускаться в бак с проявителем. Баки имеют съемные крышки и снабжены кранами для спуска отработанных растворов.

Кроме пластин, при бачковом проявлении применяются также специальные рамки из пластмасс (винидур, плексиглас и т. д.), устройство которых ясно из рис. 199.

В данном случае нет надобности прибегать к помощи корзин; рамки опускаются в баки без них. Изготовляются рамки по формату бумаги.

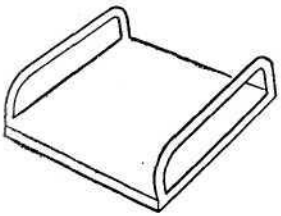


Рис. 196. Пластина для кюветного проявления

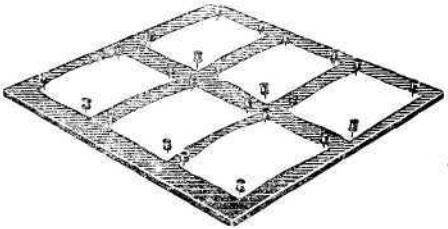


Рис. 197. Пластина для бачкового проявления

Удобно также вести обработку фотобумаг при помощи коррекса, изготовить который можно из листов целлулоида или отмытой от эмульсии фотопленки. Рельеф получают при помощи металлического шаблона, нагретого до 120—150°С. При пользовании коррексом по краям отпечатков могут получиться белые точки, если упаковка будет плотной. Помимо корректоров применяются также каркас-корзины из проволоки с последующей эмалировкой. Форма каркас-корзин может быть различна, так же как и размер (рис. 200).

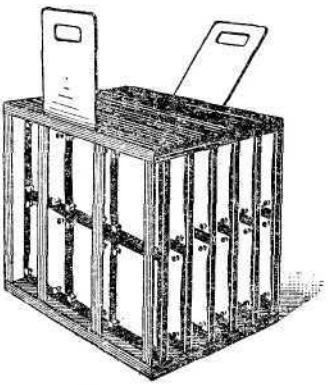


Рис. 198. Корзина для проявления

Предназначенная для обработки фотобумага прокладывается листами коррекса так, чтобы листы фотобумаги и листы коррекса чередовались друг с другом. Затем проложенная корректорами фотобумага закладывается в каркас-корзину (рис. 201) и опускается в бак с проявителем. Таким способом можно одновременно обрабатывать от 12 до 15 отпечатков. Для обработки можно применять специальные баки, в которые вставляется проложенная корректорами фотобумага без каркас-корзины.

В процессе обработки отпечатки переносятся из одной кюветы или бака в другой сосуд с водой и растворами.

При кюветной обработке промывка отпечатков может производиться в кювете с душевой промывкой (рис. 202) или в любой другой мойке, обеспечивающей хорошую интенсивную промывку.

Для правильности отсчета времени обработки необходимо при-

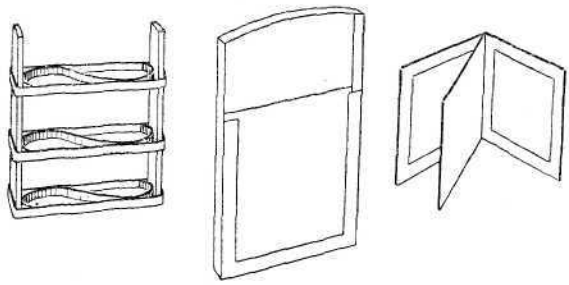


Рис. 199. Рамки для проявления фотобумаги

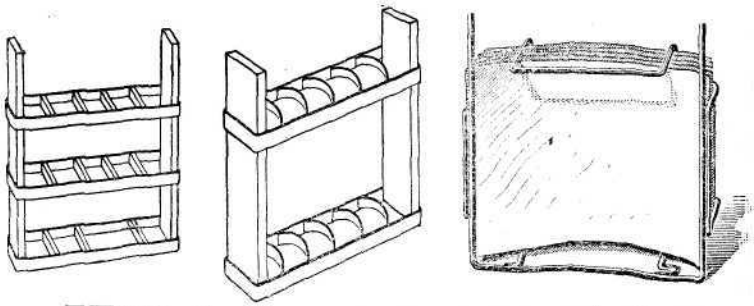


Рис. 200. Каркас-корзины для проявления фотобумаги

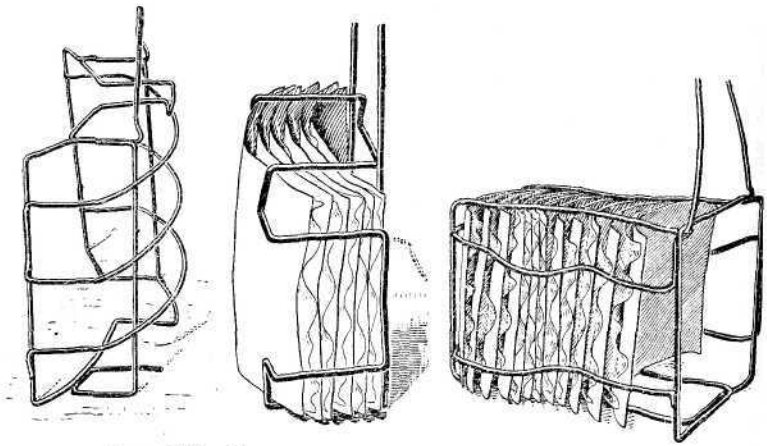


Рис. 201. Применение каркас-корзин и коррексов

менять звонковые часы-секундомер, желательно с большими стрелками и светящимся циферблатом.

Для поддержания постоянного температурного режима полезно сделать термостат для кюветной (рис. 203) или бачковой обработки. В последнем случае установка для обработки снабжена терморегулятором, автоматически поддерживающим необходимую температуру *.

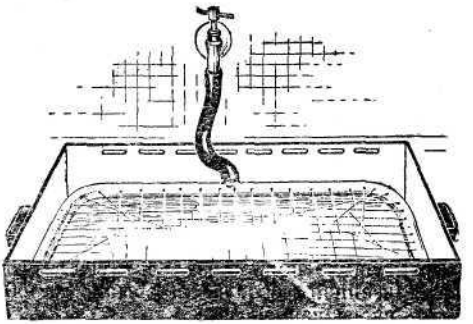


Рис. 202. Кювета с душевой промывкой

При отсутствии термостатов регулирование температуры производится подогреванием растворов перед началом работы до нужной температуры горячей водой или охлаждением холодной водой или

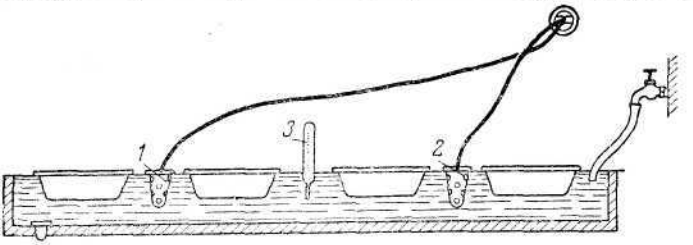


Рис. 203. Термостат для кюветной обработки:
1, 2 — электрокипятильники; *3* — термометр

льдом. Самым радикальным средством сохранения требуемой температуры растворов является поддержание постоянной температуры помещения, в котором производится обработка.

Обработка форматных позитивных материалов может производиться с помощью тех же приспособлений, которые применяются для обработки фотобумаги.

Для обработки катушечной позитивной пленки используются обычные бачки, применяемые в черно-белой фотографии.

* При необходимости охлаждения растворов в термостат загружается лед.

Отделка отпечатков

Отпечатки на цветной глянцевой фотобумаге накатываются для получения высокого глянца, который способствует некоторому увеличению сочности и яркости цветоделения на отпечатке.

Накатывание цветных отпечатков аналогично подобному процессу в черно-белой фотографии.

Обрезанные цветные отпечатки наклеиваются в альбом или на паспарту. При выборе цвета паспарту предпочтение отдается серому или черному цвету, так как на темном фоне отпечатки несколько выигрывают сравнительно с другим фоном. Сатинированные отпечатки хорошо выглядят при наклейке на паспарту белого цвета.

Необходимо помнить, что цветные фотографии наклеивать с помощью любого клея нельзя во избежание изменения цвета отпечатка в тех местах, обратная сторона которых намазана клеем.

Для наклеивания цветных фотографий можно рекомендовать крахмальный клей.

При наклеивании отпечатков желательно намазывать клеем и приклеивать лишь узкую полоску верхней части фотографии, так как целиком приклеенная фотография обычно коробится и производит неприятное впечатление.

Для наклеивания цветных отпечатков рекомендуется применять резиновый клей. Его преимущества перед другими клеями заключаются в том, что он:

а) не изменяет цвета отпечатка;

б) обеспечивает надежность и быстроту наклеивания;

в) при попадании на руки, фотоснимки и бумагу очень просто стирается чистой тряпочкой, не оставляя никаких следов;

г) при нанесении на бумагу не портит глянец при наклеивании глянцевых фотоснимков;

д) не вызывает деформации наклеенных фотоснимков.

Различные мелкие дефекты на цветных фотографиях: точки, царапины, небольшие светлые полоски, пятнышки и т. д. могут быть заделаны при помощи цветной ретуши. Ретушь производится водными растворами красок с добавлением желатины (соответствующего цвета и оттенка) хорошей тонкой кисточкой. При отсутствии красок подходящего оттенка его можно воспроизвести смешением соответствующих цветов: желтого, пурпурного и голубого.

Качество цветной ретуши определяется хорошим подбором цвета и оттенка краски по отношению к ретушируемому участку.

Хранение отпечатков

Большое внимание должно быть уделено вопросу хранения цветных изображений. Цветные изображения, полученные на многослойных фотографических материалах, имеют весьма значительный недостаток, заключающийся в ограниченной светопрочности красителей, образующих изображение. В связи с этим при действии прямого солнечного света цветные фотографии быстро выцветают. При действии рассеянного света в светлой комнате помещенные на стене цветные фотографии выцветают медленнее, но уже через 2—3 месяца заметно изменение цвета изображения.

Изменение окраски цветных изображений под действием дневного света происходит вследствие выцветания (разрушения) желтого красителя верхнего слоя, после чего на фотоснимке преобладает фиолетовый оттенок. При более длительном освещении происходит разрушение пурпурного красителя среднего слоя, и изображение начинает синеть, после чего разрушается и синий краситель нижнего слоя.

Необходимо защищать цветные фотографии от действия яркого, особенно прямого солнечного света. Лучше всего хранить цветные фотографии в альбоме. В тех случаях, когда цветные фотографии должны быть выставлены на дневной рассеянный свет, выцветание может быть значительно снижено путем окантовки изображений под стекло.

Иногда, несмотря на принятые меры, фотографии «выцветают» даже в альбоме. Происходит это вследствие сокращения времени и плохого качества промывок при обработке, в результате чего под влиянием находящихся в слоях химикалиев обрабатывающих растворов и продуктов реакции происходит разрушение красителей изображения.

Соблюдение условий обработки и хранения цветных фотографий способствует их многолетнему хранению без ущерба для качества цветопередачи.

Незадубленный слой цветных отпечатков значительно подвержен действию трения его поверхности. Особенно это заметно на накатанных изображениях. Для предохранения поверхности от трения при наклейке в альбом рекомендуется фотографию вставлять в углубленную рамку.

Обработка позитивных пленок

Таблица 115

Последовательность и режимы обработки

Последовательность операций	Наименование операции	Продолжительность операции (в минутах)	Температура растворов (в °С)
1	Цветное проявление	11	18±1
2	Споласкивание	3—5 сек.	12±2
3	Останавливающая ванна . .	2	18±2
4	Промежуточная промывка .	15	12±2
5	Отбеливание	5	18±2
6	Промежуточная промывка .	5	12±2
7	Фиксирование	5	18±2
8	Окончательная промывка .	15	12±2

Для обработки позитивной пленки применяется проявитель того же состава, что и для негативной пленки.

Останавливающие растворы

I. Калий фосфорнокислый однозамещенный . . . . . 100 *г*
Вода . . . . . до 1 000 *см*³
II. Гипосульфит натрия . . . . . 200 *г*
Вода . . . . . до 1 000 *см*³

Отбеливающий и фиксирующий растворы — как и для негативной пленки.

Таблица 116

Количество позитивной пленки, которое можно обработать в 1 *л* обрабатывающих растворов

Наименование растворов	Позитивная 35-*мм* пленка (в метрах)	Плоская пленка 9 × 12 *см* (листы)
Цветной проявитель	10	40
Останавливающий раствор	20	80
Отбеливающий раствор	20	80
Фиксирующий раствор	20	80

Техника обработки позитивной пленки

Позитивная пленка обрабатывается так же, как и негативная, отличаясь лишь длительным проявлением при отсутствии промежуточной промывки. Этим достигается повышенный по сравнению с цветным негативом контраст цветного изображения. Так, например, цветной негатив имеет контраст в пределах 0,6—0,75, а цветной позитив 2,0—2,5.

Проявление позитивной пленки в отличие от проявления бумаги «Фотоцвет» требует почти вчетверо больше времени. После проявления следует обработка в останавливающей ванне.

Для обработки позитивной пленки применяются аппаратура и приспособления, как для негативной пленки и бумаги «Фотоцвет».

Сушка

Сушка цветных изображений на позитивной пленке производится при соблюдении тех же условий, что и при сушке цветных негативов.

Процесс сушки должен проходить в течение ½—1 часа, в противном случае происходит некоторое изменение цветового баланса за счет изменения цвета изображения среднего слоя.

ДЕФЕКТЫ ЦВЕТНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ И ПРИЧИНЫ ИХ ВОЗНИКНОВЕНИЯ

Профилактическим средством, предотвращающим возникновение дефектов, является строгое соблюдение необходимых условий применения и обработки цветных фотографических материалов.

Приведем лишь некоторые дефекты, наиболее характерные и часто встречающиеся в практике работы.

Дефекты негативов

1. Негатив нерезкий. Кроме обычных причин нерезкости, в данном случае виной может быть объектив, непригодный для цветного фотографирования. Необходимо проверить объектив на ряде других негативов.

2. Очень плотный негатив. Детали в светлых местах отсутствуют. Цветовой баланс негатива отличается от остальных, одновременно обработанных, более темной краской. Причина — передержка.

3. Контрастный негатив. Подробности в тенях отсутствуют. Цветовой баланс негатива очень слабо выражен. Причина — недодержка.

4. Синие и сине-фиолетовые полосы, идущие поперек негатива на протяжении нескольких оборотов в начале пленки. Причина — засветка пленки в кассете. При отсутствии выбора кассет после зарядки пленки в аппарат необходимо 2—3 кадра провернуть не фотографируя.

5. Полосы, направленные от перфораций к середине негатива (с одной стороны). Причина — отсутствие или недостаточное движение пленки во время проявления.

6. Зеленая полоса вдоль перфораций с одной стороны негатива. Причина — недостаточное движение пленки во время фиксирования или применение истощенного фиксажа.

7. Частичное отсутствие одного или нескольких слоев пленки после ее обработки. Причина — применение для промывок воды с повышенной температурой или слишком мягкой.

8. Многочисленное мелкое пузырение светочувствительного слоя. Причина — повышение температуры промывной воды.

Дефекты отпечатков

1. На отпечатке светлые места имеют синюю окраску различной плотности. Причина — засветка красным светом.

2. Светлые места отпечатка имеют грязнозеленую окраску. Причина — засветка белым светом.

3. Светлые места отпечатка имеют слаборозовую окраску. Причина — засветка желто-зеленым светом (лабораторным освещением).

4. Контрастный отпечаток, не имеющий деталей в светлых местах. Причина — недодержка.

5. Плотный отпечаток с плохим цветоделением и преобладанием черного, не имеющий деталей в тенях. Причина — передержка.

6. Отпечаток с преобладанием серо-пурпурной окраски. Причина — плохая промывка после проявления.

7. В светлых местах изображения серая вуаль. Причина — применение стопванны, загрязненной проявителем.

8. Нежелательный цветовой оттенок отпечатка в темных или светлых местах его. Причина — нарушение цветового баланса пленки или фотобумаги. Последняя причина может быть устранена применением цветной фотобумаги другого номера полива.

9. Неравномерная вуаль обычно пурпурного цвета в виде темных полос, напоминающих форму положенного на отпечаток листа бумаги. Причина — плохая циркуляция проявителя или промывной воды во время первой промежуточной промывки, когда один отпечаток плотно прилегает к другому.

10. Равномерная вуаль по всему отпечатку. Причина — загрязнение или применение старого раствора проявителя.

11. Коричневато-красноватая вуаль отпечатка. Причина — применение переставшего работать раствора отбеливающей ванны или работа в металлических кюветах, паянных оловом. В первом случае отпечаток можно исправить второй отбелкой в свежем отбеливающем растворе с обычной последующей промывкой и фиксированием. Во втором случае дефект неисправим.

12. Равномерная сильная серая вуаль отпечатка. Причина — применение проявителя, в который попал тиосульфат натрия.

13. Отсутствие изображения при наличии сильной серо-розовой вуали. Причина — применение проявителя, загрязненного большим количеством тиосульфата натрия.

14. Красновато-бронзовый цвет темных мест изображения при отсутствии видимости мелких деталей. Причина — применение отработанной отбеливающей ванны.

15. Коричневато-красные пятна на отпечатке. Причина — неравномерная циркуляция отбеливающего раствора.

16. Пузырение и сползание эмульсионных слоев отпечатка. Причина — применение обрабатывающих растворов и промывной воды с повышенной температурой.

17. Частичное сползание верхнего защитного желатинового слоя отпечатка. Причина — незначительные колебания температуры обрабатывающих растворов и промывной воды, а также повышенная мягкость ее. Рекомендуется при окончательной промывке осторожно протереть поверхность отпечатка ладонью руки или ватным тампоном, не вынимая из воды, для полного удаления защитного слоя, так как в противном случае отпечаток будет иметь неравномерный глянец.

18. Подплавление эмульсионного слоя отпечатка. Причина — сушка на прямом солнечном свете в жаркое время года.

19. Цветовоспроизведение на отпечатке тусклое, бесцветное. Причина — фотографирование производилось в пасмурный день или в тени.

20. Все цвета изображения переданы с преобладанием красных тонов. Причина — промывка отпечатков производилась в промывной воде с повышенной кислотностью. Для устранения дефекта сырой отпечаток обрабатывается в 15—20%-ном растворе поташа в течение 1—2 мин., затем промывается 5—7 мин. в проточной воде, не имеющей повышенной кислотности, и сушится.

21. Ореолы вокруг светлых (белых) мест изображения при отсутствии или слабой проработке деталей. Причина — недодержка

для данных участков при печати. Необходимо пропечатать указанные участки изображения.

22. *Преобладание в тенях отпечатка ярко выраженной окраски, не соответствующей данному участку изображения.* Причина — при печати с сильно недодержанного в светах негатива цвет этих участков на отпечатке соответствует цветовому балансу фотобумаги с поправкой на примененные корректирующие светофильтры.

23. При правильном цветовоспроизведении сюжетно важного участка нарушено цветовоспроизведение остальных участков. Причина — *применение фотобумаги с нарушенным цветовым балансом* (по контрасту).

24. «Рябь» на светлых местах отпечатка (особенно при печати с прозрачных — тонких негативов). Причина — неравномерная (не полная) отбелка серебряного изображения или дефект бумаги «Фотоцвет».

ИЗГОТОВЛЕНИЕ СВЕТОФИЛЬТРОВ

Корректирующие светофильтры для цветной печати

Для изготовления комплекта корректирующих светофильтров, состоящего из 33 штук (по 11 штук каждого цвета: желтого, пурпурного, голубого), необходимо иметь 70 стекол 9×12 (66 стекол для 33 светофильтров и 4 запасных), подготовленных к поливу красителями.

Техника полива светофильтров

Процесс изготовления светофильтров состоит из пяти операций: 1) подготовка стекла; 2) отвешивание красителя; 3) растворение желатины и красителя; 4) полив окрашенного слоя; 5) сушка.

1. Подготовка стекла. Выбирают возможно более ровное и чистое стекло (*лучше тонкое зеркальное*) *без пузырьков и дефектов*. Поверхность, приготовленная для полива, должна быть тщательно очищена. От качества очистки в значительной мере зависит качество готового светофильтра.

Для очистки стекла применяют чистый спирт, в который можно прибавить несколько капель раствора аммиака. На хорошо очищенном стекле дыхание дает равномерную росу.

Очищенное стекло располагается в строго горизонтальном положении (желательна проверка горизонтальности с помощью уровня).

2. Отвешивание красителя. Отвешивание красителя должно производиться с возможно большей точностью (ошибка не должна быть более 5%). Следует иметь в виду, что растворы красителей довольно быстро портятся, поэтому их не следует заготовлять в запас.

3. Растворение желатины и красителя. Для приготовления светофильтров пользуются лучшими сортами желатины (по возможности бесцветными). *Вода должна быть обязательно дистиллированной*, в противном случае светофильтры неизбежно получаются мутными. Желатину предварительно необходимо вымочить в дистиллированной воде (30—40 мин). Растворение производят, погружая сосуд с желатиной в нагретую воду. Краситель предвари-

тельно растворяют в небольшом количестве воды и вливают в раствор желатины. При температуре ниже 25° раствор может обратиться в студень. Поэтому перед поливом его нужно снова разогреть.

Раствор желатины, смешанный с красителем, перед поливом следует профильтровать. Для этой цели применяют вату. Фильтрующий слой перед его применением следует промыть дистиллированной водой. Воронку перед фильтрованием рекомендуется слегка подогреть во избежание застывания раствора.

4. Полив. Температура раствора желатины и красителя перед поливом должна быть около 45°, отклонения ±5° роли не играют.

Техника полива очень проста, хотя и требует некоторой тренировки. Выливание раствора производится в один прием сплошной струей; при дробном падении струи с большой высоты раствор хорошо растекается, но зато часто дает пузыри. Выливание необходимо производить на середину стекла, одной рукой (в другой нужно иметь наготове теплую стеклянную палочку для подведения полива к краям, если он где-либо задержится). После полива той же палочкой производится удаление пузырьков воздуха и других включений, замеченных в поливе.

Температура воздуха в помещении, где производится полив, желательна около 21° и во всяком случае не ниже 18°, так как при более высокой или более низкой температуре раствор слишком быстро обращается в студень, не успевая растекаться по стеклу, и исключается возможность снятия пузырьков. После обращения поверхности полива в студень прикосновения к нему недопустимы.

5. Сушка. Существенным условием успешного ведения сушки является отсутствие пыли. Хорошие результаты могут быть получены даже на открытых полках, если приняты меры борьбы с пылью и поддерживается должная температура и малая влажность. Чем дольше идет процесс сушки, тем хуже получаются светофильтры. Нормально процесс сушки — от полива до полного затвердения слоя — занимает от 20 до 40 часов. Температура в сушильном помещении должна быть не выше 22° и не ниже 18°. После застывания геля светофильтр для сушки может быть поставлен вертикально.

После сушки светофильтр покрывают вторым стеклом для защиты слоя от возможных повреждений. Два стекла оклеиваются по краям черной бумагой или коленкором.

Проверка светофильтров

Светофильтры для цветной печати проверяются их практическим применением. Светофильтры для лабораторных фонарей проверяются путем засветки перед фонарем соответствующего фотоматериала на расстоянии 50 *см* в течение 1 мин. После проявления материал не должен давать вуали.

Приводим исходные рабочие растворы красителей.

Для желтых фильтров:

тартразин	0,8 *г*
вода	до 1 000 *см*³

Для пурпурных фильтров:

геранол	0,7 *г*
вода	до 1 000 *см*³

Для голубых фильтров:

толуидиновая синяя . . . . . 1,1 *г*
вода . . . . . до 1 000 *см*³

Из исходных растворов красителей приготовляются растворы для полива светофильтров разных плотностей по приведенным ниже таблицам.

Таблица 117

Составление растворов для полива желтых светофильтров

Плотности фильтров (в процентах)	Раствор красителя (в куб. сантиметрах)	30%-ный раствор желатины (в куб. сантиметрах)	Дистиллированная или кипяченая вода (в куб. сантиметрах)
5	1,1	16	52,5
10	2,2	16	51,0
20	4,5	16	49,0
30	6,7	16	47,0
40	9,0	16	45,0
50	11,2	16	42,0
60	13,4	16	40,0
70	15,7	16	38,0
80	18,0	16	36,0
90	20,0	16	33,0
100	22,0	16	31,0

Таблица 118

Составление растворов для полива пурпурных светофильтров

Плотности фильтров (в процентах)	Раствор красителя (в куб. сантиметрах)	30%-ный раствор желатины (в куб. сантиметрах)	Дистиллированная или кипяченая вода (в куб. сантиметрах)
5	2,5	16	51,0
10	4,9	16	48,0
20	9,8	16	44,0
30	14,7	16	39,0
40	19,6	16	34,0
50	24,5	16	29,0
60	29,4	16	24,0
70	34,2	16	19,0
80	39,2	16	15,0
90	44,0	16	9,0
100	49,0	16	4,0

Таблица 119

Составление растворов для полива голубых светофильтров

Плотности фильтров (в процентах)	Раствор красителя (в куб. сантиметрах)	30%-ный раствор желатины (в куб. сантиметрах)	Дистиллированная или кипяченая вода (в куб. сантиметрах)
5	2,5	16	51,0
10	4,5	16	49,0
20	9,0	16	44,5
30	13,5	16	40,0
40	18,0	16	35,5
50	22,5	16	31,0
60	27,0	16	26,5
70	31,5	16	22,0
80	36,0	16	18,0
90	40,0	16	13,0
100	45,0	16	9,0

В каждый раствор вводится 0,5 *см*³ глицерина.

При печати на цветной позитивной пленке со светофильтрами всех трех цветов с одинаковыми значениями плотностей не меняется цвет изображения, если сделать поправку на экспозицию.

Пользуясь этим правилом, можно проверить качество изготовленных корректирующих фильтров.

Защитные светофильтры

Для изготовления защитного светофильтра № 170 для обработки негативной и обратимой пленки составляют раствор:

Желатина	7 *г*
Вода	70 *см*³
Нафтол грюн	0,66 *г*
Фильтровой синий II	0,008 *г*
Глицерин	0,5 *см*³

На одно стекло 9×12 *см* поливается 8 *см*³ раствора. Фильтр должен состоять из двух политых стекол.

При изготовлении защитного светофильтра для позитивной пленки и фотобумаги фильтра № 166 составляется раствор следующего состава:

Желатина	7 *г*
Вода	70 *см*³
Нафтол грюн	0,23 *г*
Платин шарлах	0,14 *г*
Глицерин	0,5 *см*³

При изготовлении рекомендуемого для обработки позитивного материала защитного светофильтра № 169 приготовляется следующий раствор:

Желатина	7 *г*
Вода	70 *см*³
Нафтол грюн	0,37 *г*
Платин шарлах	0,125 *г*
Глицерин	0,5 *см*³

Во всех случаях два стекла складываются слой к слою и окантовываются черной бумагой.

После изготовления светофильтров необходимо проверить, не засвечивают ли фонари цветной фотографический материал при обычном времени обработки.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СПОСОБЫ УПРОЩЕНИЯ И УЛУЧШЕНИЯ ПРОЦЕССА ЦВЕТНОЙ ПЕЧАТИ

Фотопечать с тремя светофильтрами

В условиях любительской фотографической практики хорошие результаты можно получить, применяя в процессе цветной печати вместо 33 светофильтров всего лишь 3 светофильтра: красный, зеленый и синий.

Печать с тремя светофильтрами может производиться лишь с такими фильтрами, которые при экспонировании фотобумаги под одним из фильтров обеспечивают воздействие света лишь на соответствующий слой. Например, при экспонировании под красным светофильтром свет должен действовать лишь на нижний слой фотографической бумаги и после обработки дать голубое окрашивание и т. д.

Испытанные таким образом светофильтры, обеспечивающие выделение отдельно каждого слоя, пригодны для печати.

Печать производится следующим образом.

Сначала подбирают правильную общую выдержку путем трехкратного экспонирования фотобумаги под негативом поочередно с красным, зеленым и синим светофильтром. Причем для каждого слоя фотобумаги экспозиции должны быть одинаковыми.

Определив правильную общую экспозицию, приступают к коррекции цветового баланса отпечатка, вводя поправку в выдержку для соответствующего слоя фотобумаги. Например, в случае преобладания на отпечатке пурпурного оттенка необходимо уменьшить выдержку под зеленым светофильтром, оставив без изменения выдержки под синим и красным светофильтрами и т. д.

Изменение выдержки для каждого светофильтра продолжают до получения правильного цветовоспроизведения.

Можно изготовить увеличитель, в котором наличие трех источников света, свет которых будет окрашен красным, зеленым и синим светофильтрами, обеспечит одновременное экспонирование элементарных слоев цветной фотобумаги.

Фотографирование и печать с паспортом

Некоторым упрощением процесса печати является способ фотографирования и печати с паспортом.

Сущность этого способа заключается в том, что при фотографировании после каждого кадра, снятого в отличных от других кадров условиях, производят экспонирование применяемой пленки через молочное стекло точно в тех же условиях, в которых производилась фотографическая съемка.

После соответствующей обработки пленки наряду с негативами получаем «серые» плотности. При печати вместо негатива в увеличитель ставится «серая» плотность, снятая через матовое стекло и называемая паспортом негатива.

На отпечатке с паспорта более заметно, чем на отпечатке с негатива, какой цвет преобладает и в каком направлении предстоит вести корректировку.

Как только достигнуто воспроизведение нейтрально серого цвета паспорта, с этими же фильтрами можно печатать негативы, к которым относился паспорт.

Применение нейтрально серой шкалы

В некоторых случаях, когда требуется обязательное воспроизведение правильного цвета снимаемого объекта, как, например, репродукция с картин, образцы тканей, металлов и т. д., рекомендуется непосредственно у объекта съемки (в тех же условиях освещения) одновременно фотографировать нейтрально серую шкалу.

При печати правильная передача тонов серой шкалы обеспечит правильное воспроизведение цветов снимаемого объекта.

Серая шкала представляет собой несколько нейтрально серых полей, расположенных по нарастающей плотности от белого цвета к черному. Обычно серую шкалу изготовляют из черно-белой фотобумаги, предварительно засветив ее и проявив в проявителе, дающем нейтральный черный тон.

РАЗДЕЛ VIII

ФОТОГРАФИЯ НА МЕТАЛЛЕ, ФАРФОРЕ, СТЕКЛЕ И ДРУГИХ МАТЕРИАЛАХ

Фотографические изображения можно получить не только на бумаге, но и на металле, фарфоре, стекле и других материалах.

Такие фотографии благодаря своей стойкости против атмосферных влияний имеют ряд преимуществ перед фотографиями на бумажной подложке.

Получение фотографических изображений на металлах, фарфоре, стекле и т. п. лишь немного сложнее изготовления фотоотпечатков на бумаге.

Приспособления и материалы, необходимые для фотографии на металле, фарфоре и т. п., несколько отличаются от фотопринадлежностей, применяемых в обиходе фотографов, работающих на фотобумаге; тем не менее эти приспособления и материалы вполне доступны.

Фотографии на металле, стекле, фарфоре и т. п. можно использовать не только для художественной фотографии, но и для технических целей. Например, на стекле фотографическим путем можно изготовить шкалы для точных приборов; на металле — схемы, указатели и т. п. Полученные изображения отличаются значительной механической прочностью, стойкостью против воздействия влаги и повышенной температуры.

ФОТОГРАФИЯ НА МЕТАЛЛАХ

При изготовлении художественной фотогравюры используют пластины из меди, латуни или нержавеющей стали. Для фотографических изображений технического характера применяют алюминий, латунь или жесть.

Все подготовительные операции для получения изображения на металле одинаковы; методы травления для разных металлов различны.

Подготовка металлической пластины

Металлическая пластина, на которой получают изображение, должна быть с лицевой поверхности совершенно ровной. Лицевую сторону пластины обрабатывают шкуркой до тех пор, пока будут выравнены все вмятины, глубокие царапины и другие изъяны.

После этого пластину шлифуют для удаления мелких царапин и полируют до полной очистки лицевой стороны. Первую обдирку производят наждачной шкуркой, далее шлифуют мелкой наждачной пылью, растертой на минеральном масле. Окончательную доводку производят окисью хрома или тончайшим крокусом.

Подготовленную таким образом металлическую пластину обезжиривают смесью очищенного мела с нашатырным спиртом. После этого касаться пальцами лицевой поверхности пластины нельзя во *избежание образования жирных пятен.*

Перед нанесением светочувствительной эмульсии на пластину рекомендуется ее слегка протравить.

Рецепт травящего раствора для стали, меди, латуни

Вода	800 *см*³
Двухромовокислый калий	150 *г*
Серная кислота концентрированная . .	200 *см*³

В этот раствор погружают пластину на 3—5 мин., после чего ее тщательно споласкивают.

Приготовление светочувствительной эмульсии

Эмульсия может сохраняться 3—5 дней, поэтому ее следует приготовлять в небольших количествах.

Из нескольких свежих яиц отделяют белок от желтка. Используют при этом только белок, который сначала тщательно взбивают в пену, затем дают ему отстояться и процеживают через двойной слой марли. Отдельно приготовляют 10%-ный раствор двухромовокислого аммония. К этому раствору приливают по каплям нашатырный спирт, пока окраска раствора из оранжевого не станет соломенно-желтой.

Рецепт светочувствительной эмульсии

Вода	1 000 *см*³
Яичный белок (взбитый и отстоявшийся)	100 *см*³
Двухромовокислый аммоний с аммиаком (10%-ный раствор)	120 *см*³

Полив эмульсии на пластину

Отшлифованную, протравленную и промытую пластину во влажном состоянии поливают светочувствительной эмульсией. Эмульсия должна смочить всю поверхность пластины. После первого полива избыток эмульсии сливают с пластины (слитую жидкость выливают). Затем производят вторичный полив (избыток жидкости вливают обратно в сосуд с эмульсией).

Для просушки политую пластину устанавливают на нивелированную поверхность. Лучшим способом сушки является сушка на вращающемся диске. Кроме специально имеющихся для этого приспособлений, с успехом может быть использован электропатефон. На диск патефона накладывают несколько продырявленных в середине картонных дисков (для выравнивания поверхности вокруг *шпенька*).

На это приспособление помещают политую эмульсией пластину и включают мотор электропатефона. Жидкий эмульсионный слой при этом равномерно разливается по всей поверхности пластины, образуя обычно по уголкам ее небольшие заливы эмульсии. Поскольку избежать заливов в любительских условиях работы трудно, пластину делают несколько большего размера с тем, чтобы изображение расположить в центре пластины, а края затем обрезать. Полив пластины и ее сушку производят в затемненном помещении или при свете лампы малой мощности (10—15 *вт*). Просушенную пластину вместе с диапозитивом помещают в копировальную рамку с прижимом (винтовым или пружинным) и экспонируют.

Экспонирование

В качестве источника света используют одну или несколько полуваттных ламп мощностью в 500—1000 *вт*. Копировальную рамку располагают на расстоянии около полуметра от источника освещения. Во избежание перегрева эмульсии рекомендуется охлаждать стекло копировальной рамки с помощью настольного вентилятора или экспонировать с небольшими перерывами.

Выдержку определяют опытным путем, так как она зависит от плотности негатива и при стабильном расстоянии между рамкой и источником освещения также и от силы света.

В среднем длительность выдержки колеблется между 2 и 5 мин.

Закатка краской

Проэкспонированную пластину закатывают литографской краской. Для этого используют так называемую переводную краску. На толстое стекло или мраморную плиту кладут немного краски и приливают несколько капель скипидара. С помощью клеевого или резинового валика положенную на стекло (мрамор) краску раскатывают по поверхности и после того как краска ляжет на валик ровным слоем, ее наносят на экспонированную пластину. Краску раскатывают валиком по пластине до тех пор, пока вся пластина не покроется равномерным, но не толстым слоем. Обычно валиком приходится несколько раз набирать краску со стекла (мрамора). После закатки пластины приступают к ее проявлению.

Проявление пластины

Проявление пластины производят в воде комнатной температуры. В ванну с водой помещают пластину так, чтобы она вся была покрыта водой. Мокрым куском ваты осторожно проводят по закатанной краской эмульсии. При этом эмульсия на неподвергнувшихся действию света деталях изображения растворяется в воде и вместе со слоем краски сходит с поверхности пластины.

На задубленных действием света участках изображения эмульсия прочно держится на металлической поверхности и остается на ней вместе с жирной литографской краской.

Для усиления закатанного краской эмульсионного слоя (чтобы он был более стоек при последующем травлении) пластину припудривают порошком канифоли.

Запудривание

Порошок для запудривания приготовляют из измельченной до состояния пудры канифоли, к которой добавляют 15—20% талька. Это необходимо для того, чтобы пылинки канифоли не слипались между собой в комочки. После того как вся поверхность пластины запудрена, избыток пудры удаляют мягкой барсуковой кистью. Кисть рекомендуется перед смахиванием пудры окунуть в порошок талька. Избыток канифольной пудры полностью должен быть удален со светлых мест изображения, что определяют при тщательном рассматривании всей пластины. Для усиления защитного слоя пластину перед травлением подвергают нагреву; при том происходит вплавление защитной пудры в слой жирной краски.

Вплавление пудры

Пластину берут за край лабораторными щипцами и нагревают над газовой горелкой или электроплиткой. При этом необходимо следить, чтобы не перегреть пластину, так как в этом случае слой задубленного белка сгорит, и изображение будет разрушено.

Пределом нагрева можно считать тот момент, когда сероватый, матовый слой защитной пудры расплавится, приобретет блеск и почернеет. На этом операция вплавления пудры заканчивается и пластину можно подвергнуть травлению.

Следует иметь в виду, что этим способом можно воспроизводить только штриховые изображения (копии гравюр, чертежи, рисунки пером и т. п.) или изображения, снятые через растр.

Травление

Подготовленную к травлению пластину проверяют с помощью лупы. Мелкие изъяны: белые точки, царапинки на черном фоне и т. п., заделывают с помощью кисточки, смоченной асфальтовым лаком. Черные точки и другие дефекты на белом фоне счищают с помощью острого скальпеля. Отретушированную пластину подвергают травлению. Разные металлы травят разными травящими растворами.

Раствор для травления латуни

Хромовый ангидрид	300 *г*
Аммоний сернокислый	100 *г*
Вода	до 1 000 *см*³

После травления на поверхности пластины образуется бурый налет, который удаляют обработкой в растворе следующего состава:

Вода	1 000 *см*³
Серная кислота	200 *см*³
Двухромовокислый калий	200 *г*

Если процесс травления замедляется, необходимо вынуть пластину из травящего раствора и протереть приведенным выше раствором, после чего сполоснуть и снова погрузить в травильную жидкость.

Травление стали производят в 12—25%-ном растворе азотной кислоты.

Травить сталь можно также в смеси из 10 весовых частей соляной кислоты и 2 весовых частей бертолетовой соли.

Алюминий травят в 10%-ном растворе едкого натра, насыщенном поваренной солью. Если алюминий содержит железо, то после обработки едким натром пластину помещают в 10%-ный раствор азотной кислоты, который растворяет частицы железа, имеющиеся в алюминии.

Хлорное железо в 40%-ном растворе является очень хорошим средством для травления жести, латуни, алюминия, стали.

Металлические пластины (кроме жести) держат в травильной жидкости до тех пор, пока металл не протравится на нужную глубину; при этом образуется достаточно глубокий рельеф, видимый невооруженным глазом. Жесть ввиду ее небольшой толщины травят в 10%-ном растворе хлорного железа или азотной кислоты 3—5 мин.

При травлении латуни, меди, алюминия хлорным железом на поверхности металла образуется налет, который мешает дальнейшему процессу травления. В этом случае налет удаляют с помощью ватного тампона, смоченного в кашице из очищенного мела и нашатырного спирта.

Протравленные пластины промывают в воде и затем просушивают.

При всех операциях необходимо следить за тем, чтобы не нарушился защитный слой, образующий изображение на пластине.

Окраска травленых пластин с помощью лаков

Для окраски травленых пластин используют спиртовые лаки или нитролаки (нитроэмали). При работе на жести поступают следующим образом. Старую граммофонную пластинку измельчают до состояния крупки и заливают двойным по весу количеством денатурата. Смесь ставят на водяную баню и нагревают, помешивая, при 40—50°. При этом содержащийся в пластинке шеллак переходит в спиртовой раствор. После того как осадок превратится в мелкую кашицу, что достигается после часового нагрева, смесь вынимают из водяной бани и процеживают через ткань. Теплый осадок размешивают с небольшим количеством денатурата для промывки, после чего процеживают вторично.

Оба раствора смешивают. Полученному в результате смешения раствору дают отстояться. Раствор сливают с осадка и используют в качестве лака для окрашивания изображения на металлической пластине; для получения глубокого черного цвета лак окрашивают, добавляя к нему 3—5% растворимого в спирте нигрозина.

Для окраски позитивного изображения в черный цвет всю пластину покрывают лаком и дают ему высохнуть.

Следующей операцией является удаление находящейся под лаковым слоем защитной пленки. При этом следует иметь в виду, что шеллак не растворяется в керосине, а находящаяся под лаковым слоем пленка, покрытая литографской краской и канифолью, легко растворяется в керосине.

Если положить пластину на несколько часов в керосин, то пленка литографской краски растворится и обнажит непротравленный металл; при этом лаковая пленка остается нетронутой. Для лучшего удаления ненужной теперь защитной пленки пластину после замочки в керосине протирают смоченной керосином мешковиной.

При получении изображения на пластинах путем глубокого травления (например, на латуни, алюминии и др.) окрашивание производят тонким слоем нитроэмали или цветного нитролака. Дальнейшие операции производят так же, как при окрашивании жестяных пластин. Окрашивают пластины также путем химического воздействия на металл.

Чернение латуни

Вода	1 000 *см*³
Едкий натр	50 *г*
Персульфат калия	75 *г*

Чернение производят при температуре 60°. Длительность процесса около 15 мин. Начало выделения газов указывает на окончание процесса.

Чернение алюминия

Вода	1 000 *см*³
Азотная кислота (уд. в. 1,35)	4 *см*³
Азотнокислая медь	20—25 *г*

Чернение железа*

I. Вода	1 000 *см*³
Хлорное железо	15 *г*
Железный купорос	30 *г*
Медный купорос	12 *г*
II. Вода	1 000 *см*³
Азотная кислота	14 *см*³
Соляная кислота	4 *см*³
Медный купорос	4 *г*
Хлорное железо	170 *г*

Смешанный способ чернения, производимый с помощью электрического тока и химического окрашивания, дает прекрасные результаты.

Любой металл покрывают тонким слоем цинка в гальванической ванне; для этого пластину с негативным изображением, не покрытую лаковым слоем, осторожно обезжиривают чистым (авиационным) бензином, просушивают и, прикрепив проволоку для контакта, завешивают на катод гальванической цинковой ванны, причем на анод завешивают кусок листового цинка.

Ванну составляют по следующему рецепту:

Вода	4 *л*
Цинковый купорос	1 *кг*
Хлористый цинк	0,08 *кг*
Сульфат натрия	0,2 *кг*
Серная кислота	0,04 *кг*

* Производится в любом из двух приведенных растворов.

Режим обработки: напряжение 1,6 *в*, плотность тока 1 *а/дм*² или напряжение 3 *в*, плотность тока 2 *а/дм*². Длительность цинкования 15 *мин*.

При этом открытая часть металла покрывается тонким слоем цинка. Второй операцией является чернение цинкового слоя. Для чернения используют раствор, составленный по какому-либо из приводимых ниже рецептов.

I. Вода	1 000 *см*³
Медный купорос	125 *г*
Бертолетовая соль	60 *г*
II. Вода	1 000 *см*³
Медный купорос	50 *г*
Марганцевокислый калий	5 *г*
III. Вода	1 000 *см*³
Хлористый калий	100 *г*
Медный купорос	200 *г*

Получение изображения на алюминии

Для получения изображений на алюминии используют свойство алюминия прочно окрашиваться анилиновыми красителями и растворами солей после обработки электрическим током в определенных условиях. Метод окраски по этому способу называется анодированием (оксидированием).

Предварительную подготовку и нанесение защитного изображения производят по описанному выше способу с помощью хромированного коллоида и дополнительным усилением канифольной пудрой.

Вместо химического травления используют гальванический способ. Алюминиевую пластину помещают в ванну следующего состава:

Фосфорная кислота (уд. в. 1,7)	1 450 *см*³
Поваренная соль	100 *г*
Вода	1 000 *см*³

В качестве катода используют лист красной меди. Температура ванны 25°. Плотность тока 6—7,5 *а/дм*² (ток постоянный).

Продолжительность обработки 15—20 мин.

За это время в алюминии образуется рельеф толщиной 0,1 *мм*.

Следующей операцией является анодирование металла. Для этого протравленную алюминиевую пластину хорошо споласкивают водой и вешают в ванну, приготовленную по следующему рецепту:

Серная кислота	1 000 *см*³
Фосфорная кислота	300 *см*³
Азотная кислота	40 *см*³
Температура ванны	35—50°
Плотность тока	3—14 *а/дм*²
Напряжение	10—15 *в* (ток постоянный)

Для работы в домашних условиях в качестве источника тока используют аккумулятор.

Приводим несколько рецептов для анодирования алюминия.

I. Хромовый ангидрид	30 *г*
Постоянный ток 40—50 *в* . .	0,3—0,5 *а/дм²*
Продолжительность обработки	60 мин.
II. Серная кислота	20—30 *см³*
Напряжение тока	10—15 *в*
Плотность тока	1—2 *а/дм²*
Продолжительность обработки	30 мин.
III. Щавелевая кислота	5 *г*
Хромовый ангидрид	1 *г*
Ток переменный 60—100 *в* .	10 *а/дм²*
Продолжительность обработки	30 мин.

Заанодированную по любому из приведенных выше способов пластину споласкивают чистой водой и, не высушивая, помещают в раствор красителя. Для окраски анодированных алюминиевых пластин используют 1—3%-ные растворы основных или прямых красителей любого цвета.

Удаление защитного слоя, остающегося на пластине во время всех операций по анодированию, производят, как было указано выше, в керосине.

Используя свойство алюминия абсорбировать после анодной обработки различные растворы, можно получить изображение на алюминии с помощью солей серебра или железа.

Подготовка светочувствительных алюминиевых пластин

Алюминиевые пластины анодируют по любому из описанных выше способов. Для очувствления пластину при слабом свете помещают на 20 мин. в следующий раствор:

Хлорное железо	100 *г*
Виннокаменная кислота	30 *г*
Вода	1 000 *см³*

Избыток раствора удаляют с пластины и сушат ее в темноте. Печатают под диапозитивом.

Чувствительность пластины приблизительно равняется чувствительности дневной фотобумаги. Точное время экспозиции определяют опытным путем.

На пластине при достаточной экспозиции образуется позитивное изображение желтого цвета.

Проявляют в следующем растворе:

Вода	1 000 *см³*
Галловая кислота (танин)	40 *см³*
Щавелевая кислота	50 *см³*

Изображение при этом окрашивается в черный цвет. Пластину промывают в воде и сушат.

Обработка анодированного алюминия солями серебра

Анодированную алюминиевую пластину помещают на 20 мин. в 10%-ный раствор бромистого калия, просушивают и обрабатывают 15 мин. при красном свете в 10%-ном растворе азотнокислого серебра.

Дальнейшую обработку производят, как при печати на бромосеребряной бумаге.

Промытые и высушенные фотографии на металле покрывают бесцветным нитролаком.

Фотография на фарфоре (фотокерамика)

Для получения изображений на фарфоре и фаянсе используют свойство некоторых липких веществ терять свою липкость при воздействии на них света. Если полить пластину составом, содержащим такие липкие вещества и после просушки экспонировать ее под диапозитивом, то под «светами» диапозитива светочувствительный слой от действия света потеряет свойственную ему липкость; в местах, не подвергнувшихся действию света, светочувствительный слой останется липким.

Порошок керамической краски, нанесенный на такую пластину, пристанет только к тем участкам изображения, которые остались липкими, т. е. к «теням», на пластине получится позитивное изображение. Пленку с этим изображением переносят на фарфоровый предмет и подвергают обжигу в электрической муфельной печи. При этом керамические краски вплавляются в поверхностный слой фарфора и спекаются с ним, создавая изображение.

Этот способ получения фотографических изображений называют методом запыления.

Метод запыления

Работы по этому методу производятся в следующем порядке:

1) приготовление светочувствительного хромового раствора;
2) полив пластин хромовыми растворами;
3) копирование на хромированных пластинах;
4) проявление хромокопий;
5) перенос изображения на фарфоровое изделие;
6) ретушь изображений.

Светочувствительный хромовый раствор приготовляют из двухромовокислых калия или аммония с пленкообразующими коллоидными веществами (кровяной альбумин, декстрин, яичный белок, рыбий клей, гуммиарабик, мед, глюкоза и сахар). Правильный состав и метод приготовления имеют большое значение для получения полноценного полутонового изображения.

Необходимо знать, что двухромовокислый калий дает мягкие отпечатки; двухромовокислый аммоний — контрастное изображение.

Двухромовокислый калий применяют при плотных и контрастных диапозитивах. Двухромовокислый аммоний используют при мягких и вялых диапозитивах.

Растворы с высоким содержанием хромовой соли работают мягко. Избыток хромовой соли вызывает выкристаллизовывание соли на поверхности светочувствительного слоя.

Слабые растворы значительно увеличивают контраст. Чем больше в растворе пленкообразующих веществ, тем большее количество требуется хромовой соли. Лучшими из клеющих веществ, идущих в светочувствительный состав, являются гуммиарабик (или вишневый клей) и декстрин.

Добавки меда, сахара и глицерина препятствуют образованию корочки на поверхности светочувствительного слоя и способствуют лучшему приставанию порошка керамической краски.

Нормальные светочувствительные растворы.

I.	Вода дистиллированная	100 *см*³
	Нашатырный спирт	5 *см*³
	Яичный белок (взбитый и отстоявшийся)	20 *см*³
	Рыбий клей (10%-ный раствор)	20 *см*³*
	Глюкоза	40 *г*
	Двухромовокислый аммоний	2 *г*
II.	Вода дистиллированная	100 *см*³
	Декстрин	4 *г*
	Сахар	5 *г*
	Двухромовокислый аммоний	2 *г*
	Глицерин	2—8 капель
III.	Вода дистиллированная	100 *см*³
	Белок яичный	20 *см*³
	Мед	15 *см*³
	Двухромовокислый аммоний	2 *г*

Растворы I и III не нагревать.

Подготовка стеклянной пластины

Стеклянная пластина является временной подложкой для получения светочувствительной пленки, которую экспонируют, запудривают и переносят на фарфоровый предмет.

Перед поливом стекло помещают на полчаса в следующий раствор:

Вода	1 000 *см*³
Соляная кислота	100 *см*³
Двухромовокислый калий	10 *г*

Стекло вынимают из раствора, споласкивают водой и протирают хорошо простиранной тряпкой. На чистое стекло наносят несколько капель глицерина и смазывают им всю поверхность пластины.

* Рыбий клей можно заменить высококачественным столярным клеем.

Полив производят, сливая первую порцию светочувствительного состава. После второго полива и слива его избытка пластину сушат на вращающемся патефонном диске, заменяющем центрифугу. Для ускорения сушки можно использовать подогрев с помощью отражателя со спиральным нагревательным элементом. Следует иметь в виду, что сырая хромовая эмульсия мало чувствительна к свету, но в сухом состоянии ее светочувствительность повышается и становится равной чувствительности дневной фотографической бумаги. Теплая пластина светочувствительней холодной. При любом методе сушки температура не должна превышать 45°.

Перегретая пластина теряет полностью светочувствительность.

Сухую теплую пластину закладывают вместе с диапозитивом в прочную копировальную рамку. Закладку производят при оранжевом или затемненном свете.

Печатают при свете мощных полуваттных ламп или дугового фонаря. При печати необходимо следить, чтобы не перегреть светочувствительную пленку. Недодержка дает непоправимый брак, передержка же может быть исправлена при проявлении. Правильную экспозицию определяют опытным путем.

Светочувствительный слой гигроскопичен, и в сырую погоду перед проявлением пластину следует слегка подогреть. Теплая пластина в холодном помещении не запотевает; холодная пластина, перенесенная в теплое помещение, слегка запотевает.

Запыление, или «проявление», пластины

«Проявление» производят при оранжевом свете. Экспонированную пластину помещают на толстое стекло, камень или кусок металла для охлаждения, так как проявлять можно только остывшую пластину. Под пластину при проявлении подкладывают лист белой бумаги, чтобы лучше можно было видеть ход проявления. Для проявления применяют мягкую кисть или в крайнем случае ватный тампон. Кистью или тампоном с тончайшим порошком керамической краски кругообразными движениями проводят по пластине. В очень сухих помещениях необходимо пол обильно полить водой или повесить мокрую простыню, чтобы увлажнить воздух. Помогает также повторное помещение пластины на холодный камень или металл. Теневые места изображения появляются на пластине в первую очередь, далее следуют полутона; света можно разглядеть только в конце проявления.

Изображение следует слегка перепроявить, так как при обжиге краски несколько «сдают». Полноту проявления проверяют, рассматривая изображение на просвет и подложив под него матовое стекло. Излишки керамической краски удаляют с пластины сухой мягкой кистью.

Полностью проявленную пластину поливают 2%-ным раствором медицинского коллодия. После просушки пленку коллодия подрезают с трех сторон и помещают в ванну следующего состава:

Вода	1 000 *см*³
Бура	25 *г*
Едкий натр	10 *г*

В этой ванне пластину держат до тех пор пока пленка не начнет отставать от стекла. При этом избыток хромовой соли переходит в раствор. Пленку споласкивают в кипяченой остуженной воде для окончательного удаления следов хрома и едкого натра.

Перенос изображения на фарфоровое изделие

Фарфоровый предмет, на который производят перенос изображения, помещают в сосуд с остуженной кипяченой водой, подкисленной уксусной кислотой. (Добавка кислоты препятствует образованию пузырьков при наложении пленки на фарфор.)

Четвертую, необрезанную, сторону пленки обрезают и пленку помещают на лист бумаги. Под водой пленку накладывают на фарфоровое изделие коллодийной стороной на поверхность фарфора. С помощью кисточки осторожно расправляют пленку на фарфоровом предмете.

Высушенную пленку ретушируют керамической краской, затертой на скипидаре.

Для выравнивания краев изображения его обычно обводят рамкой с помощью краски со скипидаром. Пленку можно также наложить на фарфор не коллодийной стороной, а эмульсионной.

Несколько иной принцип работы, также основанный на методе запыления, заключается в следующем.

Светочувствительный состав приготовляют по рецепту:

Вода	100 *см*³
Яичный белок	10 *г*
Гуммиарабик	15 *г*
Сахар	5 *г*
Двухромовокислый аммоний	2 *г*
Аммиак	5 *см*³ (до перехода окраски раствора из оранжевой в соломенно-желтую)

Покрытую светочувствительной эмульсией пластину экспонируют, как обычно, под диапозитивом. Полученный позитив покрывают слоем лака следующего состава:

Хлороформ	75 *г*
Бензол	25 *г*
Еловая смолка (серка)	2 *г*
Льняная олифа (натуральная)	2 *г*

Избыток лака сливают с пластины и покрывают ее керамической краской; краску разравнивают и избыток удаляют. Далее пластину покрывают 2%-ным раствором медицинского коллодия и просушивают. Проявление производят в воде, смачивая пластину мокрой ватой. При этом из пленки удаляется избыток хромовой соли: незадубленный коллоид сходит с пластины вместе с частью керамической краски, образуя при этом изображение.

Кроме солей хрома, для получения фотографических изображений на фарфоре используют также светочувствительные свойства хлорного железа; последнее от действия света приобретает свойство гигроскопичности

Работу производят следующим образом. Чистую стеклянную пластину обливают 2%-ным раствором медицинского коллодия. Пока пленка еще полностью не высохла и находится в полусыром состоянии, ее погружают на 2—3 мин. в очувствляющий раствор

Вода	100 *см*³
Хлорное железо	10 *г*
Виннокаменная кислота	4—5 *г*
Глицерин	1 *г* (при сухой погоде

После просушки очувствленную пластину экспонируют под негативом. Экспозиция примерно такая же, как при работе с хромовыми эмульсиями. Следует учесть, что передержка в этом случае дает изображения с заваленными полутонами.

После печати пластину «проявляют» керамической краской, как это было уже описано в первом случае, и покрывают слоем резинового клея, после чего пленку с трех сторон подрезают лезвием бритвы и вместе с фарфоровым предметом помещают в сосуд с водой, подкисленной уксусной кислотой, где обрезают четвертую сторону пленки и переносят ее на фарфор.

Кроме перечисленных выше распространенных способов получения изображений на фарфоре приводим еще один простой прием фотокерамики.

Крепкую непроклеенную бумагу покрывают светочувствительным слоем:

Вода	100 *см*³
Лимонно-кислое железо с аммиаком	20 *г*
Хлорное железо	5 *г*
Сахар	5 *г*
Пшеничный крахмал	7—10 *г*

Раствор нагревают до образования однородного, без комков, светочувствительного клейстера; последний протирают через двойной слой марли, покрывают им бумагу и сушат ее в темноте. Очувствленную бумагу экспонируют под негативом и, слегка увлажнив ее паром или дыханием, «проявляют» керамической краской. Фарфоровый предмет покрывают 3%-ным раствором еловой серки в серном эфире.

«Проявленный» отпечаток накладывают эмульсионной стороной на покрытый лаком фарфоровый предмет, разглаживают бумагу так, чтобы она без складок и пузырей расположилась на фарфоре; далее бумажную подложку увлажняют теплой водой, при этом бумага отходит, а изображение остается на фарфоре. После этого следует обжиг.

Керамические краски и флюсы

Керамические краски — это главным образом окислы металлов. Эти окислы являются красящим началом керамических красок. Кроме металлических окислов, в состав керамической краски входят еще так называемые флюсы или плавни, способствующие цементации пигмента и его сцеплению с глазурью фарфорового изделия.

Рецепты флюсов и керамических красок

Флюсы № 1

Кварцевый песок	300
Глет	300 *г*
Селитра	10
Поташ	150 *г*

№ 2

Глет	60 *г*
Кварцевый песок	20 *г*
Бура	10 *г*

Керамические краски

Черная краска № 1

Окись кобальта	10 *г*
Цинковый купорос	5 *г*
Железный купорос	10 *г*
Марганцевый купорос	10 *г*
Селитра	6 *г*

Составные части смешивают в ступке и прокаливают в тигле до разложения селитры. Получившийся сплав измельчают, промывают в воде и смешивают с флюсом в соотношении: 1 часть краски + 3 части флюса.

Черная краска № 2

Окись меди	20 *г*
» кобальта	10 *г*
» марганца	20 *г*
Флюс № 1 или 2	120 *г*

После сплавления составных частей к сплаву добавляют 15 *г* окиси меди и 10 *г* окиси марганца.

Красная краска

Окись железа	10 *г*
Флюс № 1	30 *г*

Зеленая краска (светлая)

Окись хрома	10 *г*
Флюс № 1 или 2	35 *г*

Синяя краска (темная)

Окись кобальта	10 *г*
Флюс № 1 или 2	35 *г*

Синяя краска (светлая)

Окись кобальта	10 *г*
Окись цинка	20 *г*
Флюс № 1 или 2	90 *г*

Фиолетовая краска

Борное стекло	30 *г*
Перекись марганца	30 *г*
Окись кобальта	10 *г*
Флюс № 1 или 2	250 *г*

Борное стекло приготовляют, расплавляя буру в тигле до красного каления. Горячую массу выливают на мрамор и после остывания измельчают.

Серая краска

Краска светлосиняя (см. выше)	20 *г*
Бура	30 *г*
Флюс № 1 или 2	280 *г*

Коричневая краска

Железный купорос	10 *г*
Окись цинка	80 *г*
Окись цинка	10 *г*
Флюс № 1 или 2	320 *г*

Серебряная краска

Растворяют 1 *г* азотнокислого серебра в 1 *л* дистиллированной воды. В полученный раствор кладут несколько кусков красной меди (очищенные куски провода). Смесь взбалтывают, и через некоторое время металлическое серебро выпадает в виде осадка; после полного выпадения серебра жидкую часть сливают, медь удаляют и серебряный порошок промывают несколько раз дистиллированной водой. Промытый порошок высушивают и смешивают 10 частей этого порошка с 1 частью азотнокислого висмута. Полученная смесь служит серебряной керамической краской и после обжига может на готовом изделии полироваться.

При составлении керамических красок и флюсов необходимо обращать особое внимание на тщательность измельчения и смешения ингредиентов, входящих в состав краски флюса.

При работе в небольших масштабах измельченную краску растирают на толстом матированном стекле с помощью пестика, имеющего плоское основание, так называемого куранта. При растире порошок смачивают водой до состояния кашицы: это предупреждает распыление порошка и облегчает его растирание.

Обжиг декорированных фарфоровых изделий

В любительской практике для обжига пользуются плоскими лабораторными муфельными печами. Для профессиональной работы приходится конструировать обжигательные печи самим, используя для этого электронагревательные элементы или спирали.

Обычно обжиг керамических фотоизображений производится при температуре не выше 900°С. Для нагрева до этой температуры приспособлены имеющиеся в продаже муфельные печи. Эти печи оборудованы реостатами, позволяющими регулировать темпера-

туру. При загрузке подлежащих обжигу предметов температуру сначала держат невысокой и постепенно ее повышают, доводя до предельной для этого вида печей (800—900°С).

По достижении нужной температуры предмет оставляют в печи на 30 мин., после чего печь выключают и предметам дают медленно остыть. В некоторых случаях обожженную вещь вторично ретушируют и обжиг повторяют.

При профессиональной работе для фотокерамики, кроме чашек, тарелок, блюдец, используют фарфоровые медальоны, которые изготовляют для фотографических целей фарфоровые заводы. Любителям же приходится использовать для фотокерамики чашки, блюдца, небольшие тарелки и подобные некрупные вещи. Медальон фотолюбитель может изготовить из плоской тарелки, обрезав ее дно по овалу на наждачном круге и зашлифовав на нем же края. Сверлить фарфор можно сверлом, смачивая его скипидаром.

ФОТОГРАФИЯ НА СТЕКЛЕ

Получение изображения на стекле методом обжига

Для получения изображения на стекле используют те же приемы, что и при фотокерамике.

Хорошо очищенное и промытое стекло поливают хромовой эмульсией.

Раствор хромовой эмульсии

Раствор А

Вода	350 *см*³
Сахар	30 *г*
Декстрин	35 *г*

Раствор Б

Вода	300 *см*³
Двухромовокислый калий	30 *г*

Каждый из растворов необходимо профильтровать.

Перед работой растворы А и Б смешивают в равных количествах, добавляют несколько капель аммиака и дают им несколько постоять для удаления пузырьков воздуха.

На мокрое, но освобожденное от избытка воды стекло наливают эмульсию. Излишки ее сливают, после чего производят второй полив этой же эмульсией, избыток которой также удаляют со стекла.

Сушку производят при оранжевом или затемненном искусственном освещении. Для сушки используют вращающийся диск патефона либо пластинку помещают на нивелированное по ватерпасу стекло. Сушку производят в темноте.

После высыхания эмульсии пластину экспонируют под диапозитивом. Экспозицию подбирают по опыту. При печати следует руководствоваться указаниями, приведенными для фотокерамики (см. стр. 393).

Экспонированную пластину слегка увлажняют дыханием и припудривают какой-либо из приведенных выше керамических

красок. Избыток краски удаляют мягкой кистью. Перед обжигом пластину рассматривают с помощью лупы. Отдельные точки керамической краски, оставшиеся на «светах», удаляют сухой тонкой кисточкой или скальпелем. Светлые точки на «тенях» заделывают с помощью керамической краски, смешанной с раствором декстрина. Готовую пластину поливают тонким слоем медицинского коллодия, несколько разжиженного смесью из равных частей серного эфира и спирта, или имеющимся в продаже готовым растворителем для нитролаков (обычно этот растворитель имеется в продаже в фирменных магазинах Главхимсбыта).

После просушки пластину промывают в холодной воде для удаления хромовых солей. Пленку на стекле до промывки обрезают с трех сторон; при этом она отходит от стеклянной подложки, что способствует лучшей промывке.

После промывки подрезают четвертую сторону пленки и снимают ее со стекла.

Подготовленную пленку под водой переносят на стекло, на котором предполагается оставить изображение. Высохшую стеклянную пластину подвергают обжигу в муфельной печи (см. стр. 399).

Используя описанный способ переноса пленки с изображением, фотографию можно получить не только на плоских стеклянных предметах, но и на изделиях, имеющих другую конфигурацию. Для получения изображений на плоских стеклянных пластинах нет надобности производить перенос. В этом случае пластину поливают коллодием, промывают в воде и после сушки подвергают обжигу.

Получение изображений на стекле методом травления

Фотографические изображения на стекле можно получить также методом травления. В этом случае работают на плоском стекле ввиду отсутствия необходимости переноса изображения.

Хорошо очищенное и промытое стекло поливают эмульсией следующего состава:

Вода	150 *см*³
Декстрин	6 *г*
Патока	4 *г*
Двухромовокислый калий	1,8 *г*

(К раствору добавить аммиак до перехода окраски из оранжевой в соломенно-желтую.)

Составные части растворяют в воде и фильтруют. Стеклянную пластину поливают приготовленным светочувствительным составом, сушат и экспонируют, как описано выше. «Проявляют» тончайшим порошком плавикового шпата. Способы «проявления» запылением не отличаются от описанных выше для фотокерамики (см. стр. 395). Запыливают ватным тампоном или мягкой кистью. «Проявленное» изображение просматривают и подправляют, удаляя пылинки шпата с тех мест, где их не должно быть, и заделывая отдельные точки с помощью порошка шпата.

Подготовленное стекло помещают в ванну из пластмассы, куда вливают 20%-ный раствор серной кислоты. От действия кислоты

плавиковый шпат разлагается, выделяя при этом свободную фтористо-водородную кислоту. Последняя травит стекло, создавая матовый непрозрачный рисунок на прозрачном фоне. Способ допускает использование только штриховых рисунков. (По этому способу следует работать в хорошо проветриваемом помещении.)

ФОТОГРАФИЯ НА ЦЕЛЛУЛОИДЕ И ОРГАНИЧЕСКОМ СТЕКЛЕ (АКРИЛАТ)

Метод получения изображений на целлулоиде и органическом стекле основан на способности этих материалов набухать или растворяться в некоторых жидкостях и окрашиваться анилиновыми красителями.

Получение изображения

Целлулоидную (или акрилатную) пластину поливают хромированным коллоидным раствором, который приготовляют по следующему рецепту:

Вода	100 *см*³
Белок яичный (взбитый, отстоявшийся)	10 *см*³
Двухромовокислый аммоний	1 *г*

К раствору добавляют аммиак до перехода окраски из оранжевой в соломенно-желтую. Полив пластины производят на центрифуге (*или диске патефона*).

Для того чтобы тонкая пленка целлулоида не коробилась, ее до полива приклеивают к стеклу. Для этой цели приготовляют липкий состав:

Вода	1 000 *см*³
Желатина	58 *г*
Густой сахарный сироп	58 *г*
Глицерин	86 *г*
Хромовые квасцы	0,8 *г*

Желатину размачивают в воде, расплавляют при 50° и прибавляют сироп и глицерин. Хромовые квасцы растворяют в небольшом количестве горячей воды и добавляют к остальным ингредиентам.

Готовый раствор наливают на стеклянную пластину из расчета 8 *см*³ раствора на 100 *см*² площади пластины. Студенение производится на нивелированном стекле. Сушка длится 2 дня, после чего слой образует липкую массу, к которой прикатывают тонкую целлулоидную пленку перед ее поливом светочувствительным слоем.

При прикатке необходимо следить за тем, чтобы не образовалось волн, пузырей и других неровностей.

После полива светочувствительной эмульсии пластину (пленку) сушат. Печать производят под негативом. Экспозицию определяют по опыту, как и во всех описанных выше способах. Чувствительность хромированных эмульсий почти одинакова для всех составов этого типа. Проявление экспонированной пленки производят в слегка тепловатой воде. Очистку теней облегчают с по-

мощью обильно смоченного водой ватного тампона. Проявленную и просушенную пластину рассматривают в лупу и ретушируют с помощью 10%-ного теплого раствора желатины или другого клеющего вещества.

Выявление изображения

После печати изображение бывает едва видимым, так как оно окрашено в коричневый цвет.

Для выявления изображения пластину окрашивают 4%-ным спиртовым раствором красителя, к которому добавляют 10% ацетона. Для черного цвета применяют растворимый в спирте нигрозин. Для красного — краситель «Судан IV».

Окрашивание производят с помощью ватного тампона, смоченного раствором красителя. При окрашивании необходимо следить за тем, чтобы на оборотную сторону пластины не попал краситель. Для этого рекомендуется заднюю сторону пластины облить воском. Если целлулоидная пленка временно прикреплена липкой массой к стеклу, в заливке воском надобности нет. После высыхания красящего раствора коллоидный слой быстро смывают в 10%-ном растворе едкой щелочи, споласкивают водой и сушат.

При работе на органическом стекле (акрилате) поступают так же, как при работе на целлулоиде. (В прикатке к липкой массе надобности нет, так как пластина акрилата достаточно толста, и при нормальной температуре она не коробится.)

ФОТОГРАФИЯ НА ТКАНИ

Тонкую ткань пропитывают светочувствительным составом из растворов лимоннокислого железа и красной кровяной соли.

Очувствляющий раствор приготовляют по следующему рецепту:

Раствор А

Лимоннокислое железо с аммиаком . .	375 *г*
Вода	1 000 *см*³

Раствор Б

Красная кровяная соль	275 *г*
Вода	1 000 *см*³

Растворы А и Б смешивают в равных объемах и пропитывают этой смесью материю. Сушку производят в темноте. Просушенную материю гладят при оранжевом освещении.

Для придания ткани некоторой устойчивости после сушки ее протирают жидким крахмальным клейстером и гладят утюгом при оранжевом освещении. Проглаженную очувствленную материю экспонируют под негативом. Экспозицию определяют опытным путем. Проявляют отпечаток в воде комнатной температуры. При этом получаются отпечатки синего цвета. Для окраски в другие цвета применяют различные методы обработки.

Изображение обесцвечивают в 5%-ном растворе аммиака, ополаскивают и чернят в насыщенном водном растворе танина.

Если вместо танина обработанный аммиаком отпечаток пропитать 10%-ным раствором железного купороса, то изображение проявится в сине-черном тоне.

Другой способ заключается в получении изображения на ткани с помощью солей хрома.

Материю пропитывают раствором следующего состава:

Вода дистиллированная	100 *см*³
Глюкоза	15 *г*
Двухромовокислый аммоний	2 *г*

Очувствленную материю сушат в темноте и гладят, после чего экспонируют под диапозитивом и проявляют в растворе:

Вода	100 *см*³
Азотнокислое серебро	1 *г*
Уксусная кислота	10 *см*³

Изображение получается сначала красным, но при медленной сушке на свету оно окрашивается в темнокоричневый цвет.

ФОТОГРАФИЯ НА ПЛАСТМАССАХ

Фотографический метод можно использовать для декорирования различных бытовых предметов из светлоокрашенных пластических масс. Обычно это тарелки, чашки, блюда, а также овальные медальоны, вырезанные из пластмассового изделия.

Для получения изображений на такого вида предметах применяют следующий метод.

Изделие из пластмассы, имеющее полированную поверхность, слегка матируют. Это делают с помощью тончайшей пемзовой пыли, смешанной с водой до состояния кашицы. После шлифовки вещь ополаскивают и стараются к шлифованной поверхности не прикасаться пальцами.

Затем подготовляют чистую стеклянную пластину и поливают ее на центрифуге (патефонный диск) светочувствительным раствором следующего состава:

Вода	100 *см*³
Декстрин	4 *г*
Сахар	5 *г*
Двухромовокислый аммоний	2 *г*
Глицерин	2—8 капель

После сушки в темноте пластину экспонируют под позитивом и «проявляют» с помощью измельченной в пудру минеральной краски. Для этой цели можно использовать сажу или смесь мумии с небольшим количеством сажи для придания краске коричневого оттенка. После «проявления» изображение просматривают и ретушируют смесью краски с раствором декстрина. Далее пластину заливают 2%-ным раствором медицинского коллодия. Просохший слой коллодия подрезают с трех сторон лезвием бритвы и погружают в воду для отмывки от хромовой соли и лучшего отделения пленки от стекла. Подрезав четвертую сторону пленки, снимают

со стекла и переносят на изделие из пластмассы. Это изделие после пемзовки покрывают слоем имеющегося в продаже клея Б-Ф-2 и затем, произведя некоторую подсушку, накладывают второй слой этого клея. После того, как второй слой клея подсохнет до состояния «отлива», на него накладывают извлеченную из воды и освобожденную от избытка влаги пленку с изображением. Эту пленку накладывают на липкую поверхность пластмассы, следя за тем, чтобы при накладке не было пузырей и складок.

Пленку прижимают к липкой поверхности пластмассы с помощью ватного тампона. По высыхании декорированную вещь нагревают в течение двух часов в духовом шкафу при температуре не выше 100°С. После этой обработки коллоидную пленку смывают ацетоном.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ф. Л. Бурмистров, Точная фотография, Оборонгиз, 1939.
2. В. И. Панасюк, Химическая обработка стекла, Гизлегпром, 1940.
3. Д. Яковлев, Прикладная фотография, Госкиноиздат, 1952.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

Числа, стоящие после терминов, указывают номера страниц, на которых упоминается данное понятие. Числа, помеченные звездочкой (например, 216*) означают, что для соответствующего понятия на указанной странице имеется таблица.

Химические вещества, приведенные в рецептуре, в указателе не даны.

Для всех сложных терминов, состоящих из существительного и прилагательного и употребляемых только в определенном словосочетании (например, «Фокусное расстояние»), на первом месте поставлено прилагательное.

В тех случаях, когда какой-либо термин употребляется и как сложный и как простой (например, «Фотографическая вуаль» и «Вуаль») на первом месте ставится существительное.

Виды фотографических объективов и камер даны в указателе под соответствующими терминами «Объектив», «Фотоаппарат».

А

Аберрация сферическая 23, 24
— отрицательная 24
— хроматическая 25
Автоспуск 92, 94, 95, 97
Амидол 241, 253
Аммиак 241
Аммоний азотнокислый 241
— двухромовокислый 241, 386, 393, 394
— надсернокислый 241
— хлористый 242
Анодирование 391, 393
Антисептик 114
Астигматизм 25

Б

Барий сернистый 239
— хлористый 239
Бачок для проявления 268—271
Бертолетовая соль 242
Бисульфит натрия 242
Бленда солнечная 96, 97
Бромид 352, 353
Бумага фотографическая 112
— —, ее ассортимент, выбор, характеристики 112, 145, 148, 164—167, 287, 296, 298—300
— цветофотографическая 329
— —, ее форматы, методы обработки 329, 364—373
Бура 242

В

Вещество химическое, таблица замены 237, 238*
— активизирующее 253
— безводное 237
— консервирующее 253, 254*
— кристаллическое 237
— проявляющее 253
Видимость относительная 12
Видоискатель 77—81, 198, 199
— зеркальный 79, 84, 87, 199
Видоискатель зеркально-телескопический универ. 80, 95, 199
— рамочный 79, 83, 84, 87, 90, 198

Видоискатель телескопический 77, 79, 84—86, 88—95, 199
— универсальный зеркальный «ВУ» 80, 81, 92—95, 199
Визир 80
Визирование 198, 199, 234
Вираж-фиксаж 236, 284
Вода 237, 253, 349, 354, 357
Волна световая 7
— —, ее длина 7, 8, 12, 219, 308, 311
— —, период колебаний 7
— —, частота колебаний 7
Волновая теория 7
Вплавление пудры 388
Вуаль фотограф. 119, 120, 123, 252, 265, 324, 325, 329, 352—354, 378
—, ее определение 135
— —, ее оптическая плотность 127*, 130, 134, 142, 144, 146, 155
Выдержка 127*, 142, 187, 200, 201, 203, 215, 220, 330, 337, 342, 383
—, ее определение 45, 202, 337, 344, 345, 346*, 347*
— при дневн. освещ. 203, 204*—207*
— при искусств. освещ. 208*—212*, 213, 214
—, недодержка 129, 201, 233*, 275
— нормальная 129, 200
—, передержка 129, 130, 201, 233, 275, 397

Г

Газ сернистый 239
— углекислый 239
Гидроксиламин 352
Гидрохинон 238, 242, 253
Гиперфокальное расстояние 37
— —, его формула 38
Глицин 242, 253
Глубина резкости 23, 34—38, 185—187, 198, 225—227
— —, ее определение 188—197
Глянцевание 304—305
Градиент 127*
— минимальн. полезный 146
— средний 145—148

Д

Дальномер 75
—, его база 75—77
— камеры «Зоркий» 76, 77, 93, 107, 108, 110
— — «Киев» 77, 94
— — «Москва-2» 77
Действующее отверстие 30, 32, 201
— —, определение его диаметра 36, 197
Денситометр 128, 138
Денсограф 138
Держатель д/пластинок 268
Десенсибилизатор 271
Десенсибилизация 271
Диапозитив 300
Диафрагма 24, 27, 32, 51, 187, 198, 231
—, определ. диаметра 30, 187—196, 197
—, шкала 197
Диафрагмирование 24, 37, 44, 186, 187, 233
Диоптрия, ее определение 43, 44
Дисперсия света 12, 25
Дисторсия 27
Диффузия 266
Диффузор 41, 42
Диэтилпарафенилендиамин 348
Дубитель 114, 272, 352
Дымки в оптич. стекле 47

Ж

Желатина 112—115, 217
Железо хлорное 213, 389

З

Закатка пластины 387
Запудривание — 386
Запыление — 393—395
Засветка 361
Затвор 68
— дисковый 68, 89, 90
— центральный 68—70, 83—85, 87, 88
— шторный 71—75, 90, 94, 95

Затвор, другие конструкции 85, 91, 95
Зеркало плоское 16
Зернистость изображения 123, 256, 275
Золото хлорное 243

И

Изображение фотографическое 266
— — действительное 17, 20, 21, 79
— — зеркально обращенное 79, 82
— — конгруентное 17
— — мнимое 16
— — перевернутое 20, 21
— — прямое 22, 27
— — скрытое 117
— —, его масштаб 23, 29, 33, 43, 203, 225, 228, 231, 288
— —, его поле 28, 34
— —, кривизна поля 26
— —, плотность 352
— —, размер 28, 29
— —, угол 34, 58—67, 224—227

К

Калий бромистый 238, 243, 252, 254, 352, 353, 393
— двухромовокислый 244, 393, 394
— едкий 244, 253, 254*
— лимоннокислый 244
— марганцевокислый 239, 244
Кальциевая сетка 272
Кальций 272
Камни в оптич. стекле 46
Кассета 83—86, 90—96, 175—178, 180
—, ее зарядка 174—183
Квасцы 245
Кислота азотная 239, 389
— борная 245
— виннокаменная 239, 245
— лимонная 245
— серная 234, 245
— соляная 239
— уксусная 245
Кислота фтористо-водородная 402
— этилендиаминтетрауксусная 349
Клин ступенчатый 147
Клиновый компенсатор 77
Коллиматор 110
Коллодий медицинский 395—397
Кома 24
Конденсор 291—296
—, его фокусное расстояние 293
Контраст 127*, 135, 324, 352, 357, 394
Контрастность изображения 54, 120—122, 201, 256, 264, 265, 275, 276, 377
— —, ее коэфициент 127*, 135, 145
— —, ее определение 134, 135
— светочувствительных материалов 160—163, 174, 218, 220*, 227, 252
Копировальная рамка 280, 285, 387
Копировальный станок 280—282
Корпускулярная теория 7
Коррозия 56
Коррекс 269
Коэфициент пропускания света 54*, 127*, 128
— уменьшения изображения 23, 229, 230
— увеличения — 289*, 290, 292, 295, 296
Краска керамическая 397, 399
Красная кровяная соль 246, 277, 353
Кремальера 86
Крокус 386
Кроны 46
Кружок рассеяния (диск нерезкости) 36
— —, его диаметр 36
Курант 399

Л

Лакирование отпечатков 303, 304
Лампы кремневые 213

Лампы накаливания, их характеристика и применение 209*, 210*, 212, 229, 230, 252, 280—283, 293
— пистонные 213
— точечные 292, 293
Линза 18, 20—27, 56
—, ее формула 22, 33
— конденсора 294
— насадочная 43—45, 231, 232*
— собирательная (положительная) 18, 24, 26, 28, 43, 44
— рассеивающая (отрицательная) 18, 24, 26, 28, 43, 44
Луч отраженный 9
— падающий 9—11
— преломленный 10
Люкс 14
Люмен 14, 209

М

Магниевая смесь 213
— —, определ. кол-ва для съемки 214*, 215
Магний 246
Матрицы фотограф. 320, 321
Медный купорос 246
Метабисульфит калия 238, 239, 246, 253, 262
Метол 239, 247, 253
Миллистильб 14
Миллифот 14
Мира (тестобъект) 109, 110, 130 147
Мошка в оптич. стекле 47

Н

Наводка на резкость, способы 44, 47, 183—187, 231, 233*, 297
Натрий едкий 247, 253, 254*
— сернокислый 247
— уксуснокислый 247
— хлористый 248
Натяжение 46, 47, 100
Негатив цветоделенный 311, 314, 320, 322, 324
Негативный процесс 236—279
Негативный процесс, дефекты негативов, устранение их 233*
Нейтрально серая шкала 384
Нитроэмаль 390
Нитролак 390, 393
Нормаль падения 9

О

Обжиг 397, 399, 400
Объектив фотографический 23, 28, 33, 34, 45, 47
— —, его характеристика 28—38
— —, его элементы 46—51
— — анастигмат 25, 40, 83
— — апланат 39, 40
— — ахромат 39
— — «Биотар» 67
— — «Гелиар» 67
— — «И-25у» 295
— — «Индустар-7» 66, 84, 85
— — «Индустар-10» 58, 90, 91
— — «Индустар-11» 66
— — «Индустар-13» 66, 85
— — «Индустар-22» 60, 61, 91, 92, 295
— — «Индустар-23» 57, 58, 85, 88, 296
— — «Индустар-51» 66, 86
— — монокль 38, 41, 89
— — «Орион» 95
— — «Ортагоз» 66, 83
— — «Перископ» 39, 83
— — «Т-21» 66, 87
— — «Т-22» 66, 87
— — «Теле-Тессар» 67
— — «Тессар» 67
— — «Триплет» 91
— — «Уран» 95
— — «ФЭД» светосильный 59
— — — телеобъектив 60
— — — широкоугольный 59
— — «Эриостар» 67
— — «Юпитер-3» 61, 62, 95
— — «Юпитер-8» 62, 63, 93—95
— — «Юпитер-9» 42, 63, 64
— — «Юпитер-11» (телеобъектив) 64, 65
— — «Юпитер-12» 65
— — портретный 41, 63

Объектив фотографический телескопический 40, 41, 43, 60, 64, 65, 224, 234
— — широкоугольный 42, 43, 59, 224, 225, 227, 234
— — сменный 61—65, 224—227
Объективная стойка 86, 98
Окись хрома 386
Оправа 47, 50
Оптика фотографическая 7—27
— —, ее просветление 54
Оптическая деталь 46, 47
Оптический клин 77, 137, 138, 142, 144, 203
Оптическая ось 18, 23, 24, 28, 216*, 217*, 227
Оптическая сила 43, 44
Оптическое стекло 46, 223
Оптическая плотность (почернение) 119, 127*, 128—130, 134, 135, 142, 144, 146—148, 201, 264, 265, 274, 275
— —, ее интервал 127*
— —, ее степень 119
Оптический центр 18, 28
Ореол 23, 324
Оригинал 63, 164*, 227—230
— многоцветный 217
— одноцветный 217
— тоновый 227
— штриховой 227, 388, 402
Освещение 335, 336
—, его актиничность 113, 229, 230, 267, 269, 280, 285, 290
Освещенность 14, 201, 229, 230
Ослабитель 236, 276—278, 362, 363*
— поверхностный 277
— пропорциональный 276
— сверхпропорциональный 277
Ослабление 276, 277, 362, 363
Осыпка 56
Отбеливание 353
Отжиг 46
Относительное отверстие 31—33, 58—67, 197, 202
Отражатель 283
Отражение света 8, 9, 11, 16, 17, 51, 52, 309, 310
— —, диффузное 9
— —, направленное 9
— —, его коэфициент 54*, 308, 330

П

Падение света 9, 10
— —, его угол 9, 10, 51
— —, точка падения 9
Парааминофенол 239, 248, 253
Параболический рефлектор 291
Параллакс 198
Парафенилендиамин 348
Перекись водорода 248
Переходное кольцо 231, 232*
Период индукции 127
Перспективные искажения 227
Печать гидротипная 320, 321
— контактная, ее техника 228, 280, 284—286, 338, 339
— проекционная, — — 228, 288, 297, 298, 338
Пинакриптон 271
Планшет для увеличения 298
Пластина фотограф 112
— —, ее ассортимент, характеристики 144—155, 166—169
Пластификатор 114
Пленка фотограф 112
— —, ее ассортимент, характеристики 112, 155—159
— цветофотографическая 326
— —, ее ассортимент, характеристики и обработка 326—328*, 330, 358—360
Поглощение света 309, 310
— —, коэфициент 51
Позитив цветоделенный 324
Поташ 238, 239, 248, 253, 351, 352
Преломление света 10, 11, 23, 26
— —, его коэфициент 26
— —, его показатель 10, 46, 54
— —, его угол 10
Промывка 252, 253, 354
Противоореольный слой 324
Проявитель амидоловый 253, 350
— контрастно работающий 256
— мелкозернистый 256, 257—259, 260, 261, 266, 278
— мягкоработающий 256
— негативный 255, 257
— нормально работающий 256
— обыкновенный 256
— особоконтрастный 256

Проявитель позитивный 255, 257, 286, 287
— сенситометрический 139
— с большой вуалирующей способностью 257
— с малой — — 257
— цветной 351
—, рецептура 257—259
Проявление 251, 252, 286, 387
—, время пр. 127*, 146, 255—257, 259—261, 266, 286, 354
—, методы 265, 266, 268, 271
—, ошибки 273*, 274*
—, сущность процесса 117
—, техника 268—271
— нормальное 265
—, недопроявление 264, 274
—, перепроявление 265, 275
Проявочный прибор 138
Пузыри в оптич. стекле 47

Р

Разрешающая способность 36, 56—67, 109, 110, 122, 123, 127*, 160, 163, 228
Ракорд 269
Расстояние от объектива до плана наводки 20, 21, 22, 29, 186, 187, 197, 198, 203, 216, 229, 230*, 234
Раствор 236, 272, 285, 353
—, его истощаемость 257
—, классификация и назначение 236*, 255
—, концентрация 251
—, объем 240
—, приготовление 253—255, 258
—, применение запасных 250
Резкость изображения 24, 26, 36, 37, 42, 44, 231
Резольвограмма 130
Резольвометр 130
Рельеф изображения 321, 322, 389, 391
Репродуцирование 33, 160, 161, 203, 227—232
—, техника 228
Ретикуляция 267
Рефлекс 52—54
— механический 52, 53
— оптический 52—54

С

Свет 7, 201, 202, 230
—, потери 51, 52, 291
—, свойства 8—12, 309, 310
—, сила 13
—, скорость 8
—, спектральный состав 12, 209, 220, 222, 310, 333—336, 339, 341
Световой поток 13, 208
Светоотдача 208, 209*, 210*
Светорассеиватель 210, 282, 290, 291, 295
Светорассеяние 47, 51, 52, 54, 55, 283
Светосила 28, 30—33, 54, 117, 203, 330
Светофильтр 136, 137, 163, 202, 217, 313*, 330, 331, 344
—, его изготовление 379—382
—, его классификация 218*
—, его кратность 127*, 206, 220, 222, 223*, 232*
—, его смена 100
—, его плотность 220, 221*, 340—342, 344, 345
—, его поглощение 219, 349
—, его применение 142, 147, 148, 161, 162, 220*, 221*, 315, 332*, 341
—, его цвет 219, 220*, 221*
— лабораторный (защитный) 219, 251, 252, 349, 350, 382, 383
— съемочный 217
— — компенсационный 218*, 219, 223, 336
— — корректирующий 338—342, 379, 382
— — мозаичный 342
— — монохроматический 218*
— — селективный 218*
— — субтрактивный 218*
Светочувствительность общая 115, 116, 118, 119, 122, 123, 127*, 140, 146, 163, 201, 208, 220, 237, 271, 324, 325, 329, 395
— —, ее критерий 132, 134, 140, 141, 144, 146, 160
— —, ее определение 132—134, 142, 146

Светочувствительность общая, ее природа 115, 116
— —, сравнительн. табл. значений 145
— —, степень 118—120, 130, 144, 160
— — эффективная 127*, 131, 151*
— — —, ее определение 136
— спектральная (цветочувствительность) 123—125, 127*, 131, 148, 160, 208, 220, 221*, 224, 326, 327, 329
Светочувствительные материалы 112—173
— — негативные 34, 112, 155, 159—163, 170*, 171*, 172*
— — позитивные 112, 164—169, 172*, 173*
— — несенсибилизированные 125, 163, 174, 220*, 227, 252
— — сенсибилизированные 125, 126, 131, 161—163, 174, 218, 220*, 227, 252
— —, их контрастность 121, 147, 148
Светочувствительный слой 112—118
— —, его прозрачность 119
— —, его строение 114, 115
Свеча международная 13
Свили в оптич. стекле 47
Свинец азотнокислый 248
Сенсибилизатор оптический 114, 125
Сенсибилизация 113, 125
—, ее граница 125
—, ее степень 125, 208, 220
Сенситограмма 128, 131, 139
—, ее проявление 141, 142
Сенситометр 127, 131, 136, 142, 147
Сенситометрия 126, 127*, 324
—, методы 127—131, 139—145
—, величины 132—136
Сепаратор 268
Серебро азотнокислое 113, 114, 238, 239, 249, 393
— бромистое 112, 113, 115, 116, 118, 238, 353
— железосинеродистое 353
— иодистое 112, 113
— фтористое 112
Серебро хлористое 112, 113
Сода 238, 239, 249, 253, 351, 352
Соляризация 130
Спектрограф 130, 131
Спирт нашатырный 386
Стерадиан 13
Стильб 14
Сулема 249
Сульфит натрия 238, 239, 244, 253
Сушка 253, 285, 286, 305, 354, 376, 400
—, ее правила 267, 268

Т

Тело 308
—, его характеристика 309, 310
Тиосульфат натрия (гипосульфит) 118, 238, 239, 243, 261, 262, 351, 353, 354
Тонирование 301—303
Травление 386, 388, 389, 401, 402
Тросик спусковой 97, 199
Тубус 48, 49, 56, 99

У

Увеличитель 236, 286, 294, 338
—, его центрирование 296, 297
— «У-2» 295
— «Фотак» 295, 296
— «Фотам» 296
Угол параллактический 75, 77
— телесный 13, 293
Уранил азотнокислый 249
Усиление негативов 275
Усилитель 236, 275, 276

Ф

Фиксаж 236, 286
—, классификация 261, 262
—, нормы использования 263*
—, приготовление 262
—, рецептура 263—264
—, скорость действия 262
—, сохраняемость 263
— быстрый 262

Фиксаж кислый 262, 278
— — дубящий 262
— обыкновенный 261
Фиксирование 252, 286, 353
—, время 252, 263, 264, 354
—, правила 266
—, сущность процесса 117
Фильмпак-адаптер 84—86
Фильтрование 250, 253
Флинты 46
Флюс 398, 399
Фокальная плоскость 19, 20, 24, 26, 36
«Фоккад» 44, 45
Фокус 18
— главный 18, 20, 21, 23, 24, 26
— задний 19—22
— мнимый 19, 20
— передний 19—22
— сопряженный 18, 20—22
Фокусное расстояние главное 18, 28, 29, 37, 43, 45, 58—67, 203, 224, 229
— — —, его определение 29, 34, 43, 44
— — сопряженное 22, 33, 202, 203
Фосфат 353, 354
Фот 14
Фотоаппарат 81—96
— зеркальный 81, 82, 87, 88, 91, 92, 198, 225
— кинопленочный (малоформатный) 81, 89—96
— —, его зарядка 179, 181—183, 377
— — «Зенит» 91
— — «Зоркий» 92, 93, 226
— — «Зоркий-3» 93
— — «Киев» 94, 226,
— — «Киев III» 94, 95
— — «Ленинград» 95, 96
— — «Лилипут» 89
— — «Смена» 90
— — «Спорт» 90
— пластиночный 81, 83—86, 225
— —, его зарядка 176
— — «Арфо» 83
— — «Москва-3» 85, 86
— — «Репортер» 85
— — «Турист» 84
Фотоаппарат пластиночный «ФК» 86
— — «Фотокор» № 1 83, 84
— — «ЭФТЭ» 83
— широкопленочный 81, 87—89
— —, его зарядка 183
— — «Комсомолец» 87
— — «Любитель» 87, 88
— — «Москва-1» 88
— — «Москва-2» 88, 89
Фотографическая широта 122, 123, 127*, 130, 151*, 200, 215, 325, 336, 337
— —, ее определение 135, 136
Фотокерамика 393
Фотолампа 209, 210*, 212
—, ее характеристика 210*
Фотолиз 117, 118

Х

Характеристическая кривая 127*—130, 132—135, 139, 140, 145, 146, 201
Хлористый аммоний 353

Ц

Цвет 308
—, его характеристики 308
— ахроматический 308
— хроматический 308
— дополнительный 311*, 312
— основной 311
—, способы получения 312, 313
Цветной компонент 324
— рефлекс 336
Цветовая температура 325, 334*
Цветовой баланс 324, 325, 335, 339, 341, 345, 348, 354, 376, 377, 379
— контраст 335, 336
Цветовоспроизведение 314, 315, 325, 337, 345, 383
Цветоделение 314—316, 322, 327, 329, 355
Цветопередача 218, 221*, 336, 344, 345, 356
—, ее перенсправление 219, 221*, 361

Цветочувствительность — см. Светочувствительность спектральная

Ч

Черчение 390, 391

Ш

Шеллак 389
Шкала глубины резкости 197
— — —, ее применение 197, 198
— расстояний 58—67, 87—89
— —, ее применение 184—186, 197, 231
Штатив 97, 98
Штативная головка 98
— —, пользование ею 101

Щ

Щелочь 254*, 255*, 256, 351

Э

Экспозиция 32, 127*, 128, 212, 397
—, ее интервал 127*, 134, 135, 139, 142, 147, 148, 300*, 337
Экспозиция, ее модулятор 127*, 139, 144
Экспонирование 199, 285, 298, 337, 387, 397
Экспонометр (экспозиметр) 95, 203
— оптический 203
— фотоэлектрический 203, 337
Электромагнитная теория 7
Эмульсификация 113
Эмульсия фотографич. 113, 154, 159, 166
— —, ее приготовление 113, 114
— —, ее созревание 113, 114, 127*
Этилксиэтилпарафенилендиамин 348, 349

Ю

Юстировка объектива 226
— фотоаппарата 102—110
— — «Москва-2» 105—107
— — «Москва-3» 103—105
— — «Зоркий» 107, 108

Я

Яркость 14, 24, 30—33, 47, 52*, 119, 120, 201, 208, 283
—, ее интервал 22, 127*, 200, 215*, 216, 336
—, ее деталь 127*

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие 3

Раздел I

ФОТОГРАФИЧЕСКАЯ ОПТИКА

Свет и его свойства, фотометрические величины .. 7
Природа света ..... —
Свойства света 8
Отражение света ..... —
Преломление света 10
Полное внутреннее отражение света 11
Дисперсия света 12

Фотометрические величины ..... —
Сила света 13
Световой поток ..... —
Яркость 14
Освещенность ..... —

Основные сведения из геометрической оптики 16
Плоские зеркала ..... —
Линзы 18
Характеристика линз ... —
Построение изображения собирательной линзой 20
Формула линзы 22
Масштаб изображения .. 23

Недостатки простой линзы —
Сферическая аберрация. —
Кома 24
Астигматизм 25
Хроматическая аберрация 26
Кривизна поля изображения ..... —
Дисторсия 27

Раздел II

ФОТОГРАФИЧЕСКИЙ АППАРАТ

Фотографический объектив 28
Характеристика фотографического объектива .... —
Фокусное расстояние ... —
Светосила 30
Угол зрения и поле изображения 33
Глубина резкости 34

Типы фотографических объективов 38
Простые объективы ..... —
Сложные объективы 39
Объективы специального назначения 40

Насадочные линзы 43

Элементы фотографического объектива 46
Оптическое стекло ..... —
Оправы 47
Простые оправы 48
Сложные оправы 49
Диафрагмы 51

Потери света в объективе, рефлексы и меры борьбы с ними 51
Потери света в объективе ..... —
Рефлексы 52
Просветление оптики... 54

Уход за объективами 55

Неисправности объективов и способы их устранения 56

Советские фотографические объективы 57

Фотообъектив «Индустар-23» ..... —
Фотообъектив «Индустар-10» 58
Фотообъектив «ФЭД» светосильный 59
Фотообъектив «ФЭД» широкоугольный ..... —
Телеобъектив «ФЭД» ... 60
Фотообъектив «Индустар-22» ..... —
Фотообъектив «Юпитер-3» 61
Фотообъектив «Юпитер-8» 62
Фотообъектив «Юпитер-9» 63
Фотообъектив «Юпитер-11» 64
Фотообъектив «Юпитер-12» 65

Механизмы и узлы фотоаппарата 68

Фотографические затворы —
Дисковый затвор ..... —
Центральные затворы .. —
Шторные затворы 71

Дальномеры 75

Дальномер фотоаппарата «Зоркий» 76
Дальномер фотоаппарата «Москва-2» 77
Дальномер фотоаппарата «Киев» ..... —

Видоискатели 78

Рамочный видоискатель 79
Зеркальный видоискатель ..... —
Телескопический видоискатель ..... —
Зеркально-телескопический универсальный видоискатель 80
Универсальный видоискатель «ВУ» ..... —

Классификация фотоаппаратов 81

Советские фотографические аппараты 83

Пластиночные фотоаппараты ..... —
Фотографический аппарат «ЭФТЭ» ..... —
Фотографический аппарат «Арфо» ..... —
Фотографический аппарат «Фотокор» № 1 ... —
Фотографический аппарат «Турист» 84
Фотографический аппарат «Репортер» 85
Фотографический аппарат «Москва-3» ..... —
Фотографический аппарат «ФК» 86

Широкопленочные фотоаппараты 87
Фотографический аппарат «Комсомолец» .... —
Фотографический аппарат «Любитель» ..... —
Фотографический аппарат «Москва-1» 88
Фотографический аппарат «Москва-2» ..... —

Кинопленочные (малоформатные) фотоаппараты .. 89
Фотографический аппарат «Лилипут» ..... —
Фотографический аппарат «Смена» 90
Фотографический аппарат «Спорт» ..... —
Фотографический аппарат «Зенит» 91
Фотографический аппарат «ФЭД» ..... —
Фотографический аппарат «Зоркий» 92
Фотографический аппарат «Зоркий-3» 93
Фотографический аппарат «Киев» 94
Фотографический аппарат «Киев-III» ..... —

Фотографический аппарат «Ленинград» 95

Принадлежности фотоаппаратов 96
Солнечная бленда ..... —
Автоспуск 97
Спусковой тросик ..... —
Штативы ..... —

Правила эксплуатации фотоаппаратов 98
Раскрытие складных фотоаппаратов ..... —
Выдвижение тубусов объективов 99
Смена объективов на камере ..... —
Смена светофильтров 100
Съемка фотоаппаратами, установленными на штативных головках 101
Борьба с преждевременным износом фотоаппарата... —

Методы юстировки фотоаппаратов 102
Юстировка фотоаппарата «Москва-3» 103
Юстировка фотоаппарата «Москва-2» 105
Юстировка фотоаппарата «Зоркий» 107
Проверка параллельности оптических осей видоискателя и камеры ... 108
Общие методы проверки юстировки фотоаппаратов 109

Способы устранения некоторых неисправностей фотоаппарата 110
Устранение засветки в фотоаппарате ..... —
Ремонт механизма регулировки скоростей затворов фотоаппаратов «ФЭД» и «Зоркий» 111

Раздел III
СВЕТОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Светочувствительный фотографический слой 112

Фотографическая эмульсия ..... —
Приготовление эмульсий.. 113
Строение светочувствительного слоя 114
Природа светочувствительности..... 115
Природа скрытого изображения 117
Сущность процессов проявления и фиксирования —

Свойства фотографических материалов 118

Светочувствительность.... —
Максимальная оптическая плотность 119
Фотографическая вуаль .. —
Контрастность 120
Фотографическая широта. 122
Разрешающая способность и зернистость ... . —
Спектральная светочувствительность 123

Сенситометрические испытания фотографических материалов..... 126
Предмет сенситометрии... —
Сущность сенситометрического метода и характеристическая кривая 127
Определение сенситометрических величин 132
Сенситометрическая аппаратура 136
Сенситометр ..... —
Оптический клин 137
Проявочный прибор..... 138
Денситометр..... —
Сенситометрическая система Х и Д 139
Сенситометрическая система ГОСТ 142
Сенситометрическая система ДИН 144

Сравнение величин светочувствительности 145
Испытание фотографических бумаг ..... –

Классификация, ассортимент и назначение фотографических материалов 149
Классификация и ассортимент фотопластинок .. –
Качественные показатели физических свойств фотопластинок 154
Маркировка фотопластинок –
Сроки и условия хранения фотопластинок ..... –
Классификация и ассортимент фотопленок 155
Качественные показатели физических свойств фотопленок 159
Маркировка фотопленок .. 159
Сроки и условия хранения фотопленок ..... –
Назначение негативных материалов ..... –
Назначение репродукционных материалов 163
Классификация и ассортимент фотобумаг. 164
Качественные показатели физических свойств фотобумаг 166
Маркировка фотобумаг... –
Сроки и условия хранения фотобумаг 167
Назначение позитивных материалов ..... –

Виды производственного брака фотографических материалов 170

Раздел IV

ФОТОГРАФИЧЕСКАЯ СЪЕМКА

Техника фотографической съемки. 174
Зарядка кассет и камер .. –
Зарядка кассет пластиночных камер. ..... –
Зарядка малоформатных кассет и камер 176
Разрядка малоформатных камер и кассет .. 182
Зарядка пленочных камер 183
Наводка на резкость ..... –
Визуальный способ наводки на резкость ... 184
Глазомерный способ наводки на резкость. ... –
Механический способ наводки на резкость. ... 185
Применение диафрагмы. .. 187
Применение шкалы глубины резкости 197
Правила визирования. 198
Правила экспонирования. . 199

Выдержка и ее определение 200
Понятие о правильной выдержке ..... –
Факторы, влияющие на выдержку 201
Выдержка при дневном освещении 203
Выдержка при съемке в горах 208
Выдержка при искусственном освещении ..... –
Экспозиция при съемке с магниевой вспышкой. .. 212
Допустимые пределы отклонений в выдержке .. 215
Выдержка при съемке движущихся объектов ... 216

Светофильтры..... 217
Компенсационные светофильтры 218
Кратность светофильтров. . 220
Хранение светофильтров. . 223

Сменные объективы 224
Классификация сменных объективов . . . . . —
Проверка сменных объективов 225
Практика применения сменных объективов 226
Фоторепродукция 227
Классификация оригиналов —
Техника репродуцирования 228
Репродуцирование камерами «ФЭД» и «Зоркий» . . 231
Ошибки в процессе съемки и их исправление 233

Раздел V

НЕГАТИВНЫЙ ПРОЦЕСС

Фотографические растворы 236
Составные части фотографических растворов. . . . 237
Вода. . . . . —
Химические вещества . . —
Определение веществ, наиболее часто применяемых в фотографии 238
Приготовление фотографических растворов. 239
Сохраняемость и истощаемость растворов 240
Фильтрование растворов. . 250
Применение запасных растворов . . . . . —
Проявление фотографических материалов 251
Лабораторные светофильтры . . . . . —
Общая технология проявления 252
Приготовление проявляющих растворов 253
Классификация и свойства проявляющих растворов 255
Истощаемость проявляющих растворов 257
Рецепты негативных проявителей . . . . . —
Мелкозернистые проявители 260
Классификация фиксирующих растворов 261
Приготовление фиксирующих растворов 262
Сохраняемость и истощаемость фиксирующих растворов 263
Рецепты фиксирующих растворов . . . . . —
Правила проявления негативных материалов . . . 264
Методы проявления негативных материалов . . . 265
Правила фиксирования негативов 266
Правила промывки негативов . . . . . —
Проверка качества промывки 267
Правила сушки негативов —
Техника проявления пластинок и плоских пленок 268
Техника проявления катушечных пленок 269
Техника проявления кинопленок 270
Проявление с десенсибилизацией 271
Дубление слоя 272
Останавливающие растворы —
Удаление кальциевой сетки . . . . . —
Дополнительная обработка негативов и их хранение 274
Усиление негативов. 275
Ослабление негативов . . . 276
Техническая ретушь негативов 278
Техника хранения негативов 279

Раздел VI
ПОЗИТИВНЫЙ ПРОЦЕСС

Контактный способ фотопечати 280
Копировальные устройства . . . . . —
Техника печати на дневных бумагах 284
Техника печати на бумагах, требующих проявления. 285
Проявление фотоотпечатков 286
Применение хлоробромосеребряных бумаг 287
Применение иодосеребряной бумаги . . . . . —

Проекционный способ печати 288
Конструкции фотоувеличителей . . . . . —
Советские фотоувеличители 295
Техника проекционной печати 296
Выбор фотобумаг. 298
Диапозитивы 300

Отделка фотоотпечатков. . 301
Тонирование бромосеребряных отпечатков . . . . . —
Тонирование анилиновыми красителями 302
Лакирование фотоотпечатков 303
Глянцевание фотоотпечатков 304
Ретушь фотоотпечатков. . . 305
Восстановление пожелтевших отпечатков . . . . . —
Исправление бледных отпечатков 306
Наклейка фотоотпечатков . —

Раздел VII
ЦВЕТНАЯ ФОТОГРАФИЯ

Основы цветной фотографии. 308
Характеристика цвета. . . . —
Характеристика тел . . . . . —
Окраска тел. 309
Изменение окраски тел. . 310
Трехцветная теория зрения —
Цвета основные и дополнительные 311
Аддитивный способ получения цветов 312
Субтрактивный способ получения цветов 313
Принципы цветной фотографии 314

Методы цветной фотографии 315
Аддитивный метод. . . . . —
Растровый способ. 317
Субтрактивный метод. . . . —
Способ Карбро. 318
Гидротипный способ. . . . 320
Виражный способ. 322

Цветная фотография на многослойных материалах 323
Строение цветофотографических материалов . . . . . —
Характеристика цветофотографических материалов 324
Светочувствительность . . . —
Контраст. . . . . —
Фотографическая широта . 325
Цветовой баланс. . . . . —
Вуаль. . . . . —
Виды цветофотографических материалов . . . . . —
Негативная пленка. 326
Позитивная пленка. . . . . —
Пленка с обращением. . 327
Цветофотографическая бумага 329
Фотографирование на цветофотографических материалах. . . . . —
Объективы 330

Цветофотографические негативные материалы 330
Светофильтры для съемки . . . . . —
Характеристика применяемых источников света 333
Условия освещения и особенности цветного фотографирования 335
Определение выдержки при съемке 337
Контактная и проекционная печать на цветофотографических материалах 338
Аппаратура для цветной печати . . . . . —
Корректирующие светофильтры 339
Применение корректирующих светофильтров и печать 341
Подбор корректирующих светофильтров . . . . . —
Определение и расчет выдержки при печати . . . 344

Обработка цветофотографических материалов . . 348
Меры предосторожности при работе с цветными проявителями . . . . . —
Составление и хранение растворов . . . . . —
Защитное освещение при обработке цветофотографических материалов . . . 349
Особенности обработки цветофотографических материалов 350
Цветное проявление 351
Прекращение проявления 353
Отбеливание . . . . . —
Фиксирование . . . . . —
Промывки 354
Сушка . . . . . —
Обработка цветофотографических негативных пленок 355
Техника обработки негативных пленок 358
Сушка негативных пленок . . . . . —
Хранение цветных негативов . . . . . —
Обработка пленок с обращением 359
Рецептура обрабатывающих растворов для пленок с обращением 360
Техника обработки пленок с обращением 361
Способы исправления цветопередачи цветных диапозитивов . . . . . —
Техника обработки цветных диапозитивов ослабителями 363
Отделка и хранение цветных диапозитивов 364
Обработка фотобумаги . . —
Рецептура для обработки фотобумаги . . . . . —
Улучшение насыщенности цветных изображений на бумаге в процессе проявления 366
Ускоренные и упрощенные методы обработки фотобумаг 367
Техника обработки фотобумаги 370
Отделка отпечатков 374
Хранение отпечатков . . . —
Обработка позитивных пленок 375
Техника обработки позитивной пленки 376
Сушка . . . . . —

Дефекты цветных изображений и причины их возникновения 377
Дефекты негативов . . . . . —
Дефекты отпечатков . . . . . —

Изготовление светофильтров 379
Корректирующие светофильтры для цветной печати . . . . . —
Техника полива светофильтров . . . . . —
Проверка светофильтров . . 380
Защитные светофильтры . . 382
Дополнительные способы упрощения и улучшения процесса цветной печати 383
Фотопечать с тремя светофильтрами . . . . . —
Фотографирование и печать с паспортом 384
Применение нейтрально серой шкалы . . . . . —

Раздел VIII

ФОТОГРАФИЯ НА МЕТАЛЛЕ, ФАРФОРЕ, СТЕКЛЕ И ДРУГИХ МАТЕРИАЛАХ

Фотография на металлах . . 385
Подготовка металлической пластины . . . . . —
Приготовление светочувствительной эмульсии . . 386
Полив эмульсии на пластину . . . . . —
Экспонирование 387
Закатка краской . . . . . —
Проявление пластины . . . . —
Запудривание 388
Вплавление пудры . . . . . —
Травление . . . . . —
Окраска травленых пластин с помощью лаков . 389
Получение изображения на алюминии 391
Подготовка светочувствительных алюминиевых пластин 392
Обработка анодированного алюминия солями серебра 393
Фотография на фарфоре (фотокерамика) . . . . . —
Метод запыления . . . . . —
Подготовка стеклянной пластины 394
Запыление, или «проявление», пластины 395
Перенос изображения на фарфоровое изделие 396
Керамические краски и флюсы 397
Обжиг декорированных фарфоровых изделий . . 399
Фотография на стекле . . . 400
Получение изображения на стекле методом обжига —
Получение изображений на стекле методом травления 401
Фотография на целлулоиде и органическом стекле (акрилате) 402
Получение изображения . . —
Выявление изображения . . 403
Фотография на ткани . . . . —
Фотография на пластмассах 404
Предметный указатель . . . 406

Редактор И. Капев

Технический редактор Л. Гориловская

Корректоры Ф. Горелик и Г. Сопова

А05195. Подписано к печ. 19/VII 1952 г.
Формат бумаги 84×108$^{1}/_{32}$. Бумажных листов 6,63.
Печатных листов 21,73. Учетно-изд. листов 26.
Изд. № 387. Тираж 50 000 экз. Зак. № 333.
Цена 10 р. 10 к. по прейскуранту 1952 г.

20-я типография «Союзполиграфпрома»
Главполиграфиздата
при Совете Министров СССР,
Москва, Ново-Алексеевская, 52